

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-096759

(43)Date of publication of application : 08.04.1997

(51)Int.Cl.

G02B 13/04

G02B 13/18

(21)Application number : 07-274868

(71)Applicant : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 28.09.1995

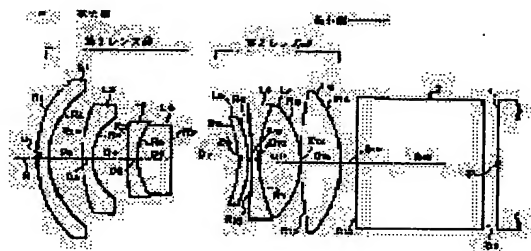
(72)Inventor : YAMAMOTO TSUTOMU

(54) RETRO-FOCUS TYPE LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate influence of the temperature change of a plastic lens while correcting various aberration such as distortion aberration or the like by a constitution that comprises a negative first lens group as a whole and a positive second lens group and satisfies specified respective conditional expressions.

SOLUTION: The first lens group composed by arraying negative first-third lenses L1-L3 and a positive forth lens L4 composed of plastic in the order and the second lens group composed by arraying positive fifth-eighth lenses L5-L8 in the order are arrayed from an enlargement side in the order and the constitution is performed so as to satisfy the respective conditional expressions (1) $-2.5 < F1/F5 < -0.3$, (2) $-2.8 < FG1/FG2 < -1.0$ and (3) $0.2 < H/FG2 < 0.75$, etc. In the expressions, the focus distance of the first lens is F1, the focus distance of the fifth lens is F5, the focus distance of the first lens group is FG1, the focus distance of the second lens group is FG2 and the principal point distance of the second lens group enlargement side is H.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st negative lens which turns a concave surface to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, The negative 1st lens group as a whole which comes to arrange the 2nd negative lens which turned a concave surface to a cutback side, the 3rd negative lens, and the 4th positive lens, The 5th positive lens which turns a convex to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, Come to arrange the 6th negative lens, the 7th positive lens which turned a convex to a cutback side, and the 8th positive lens which turned a convex to a cutback side. A retro focus mold lens with which the positive 2nd lens group is characterized by being constituted and becoming so that it may come to be arranged sequentially from [this] an amplification side and following monograph affair type (1) - (7) may be satisfied as a whole.

(1) $-2.5 < F1/F5 < -0.3$ (2) $-2.8 < FG1/FG2 < -1.0$ (3) $0.2 < H/FG2 < 0.75$ (4) $0.0 < A(1)$

(5) $0.0 < A(2)$

(6) $nu_4 < 32$ (7) $58 \leq nu_7$ -- here F1 : A focal distance F5 of the 1st lens : A focal distance FG1 of the 5th lens : A focal distance FG2 of the 1st lens group : A focal distance H of the 2nd lens group : An aspheric surface coefficient A of the 4th term of a field by the side of the principal point distance A(1):lens [1st] amplification by the side of the lens [2nd] group extension (2): An aspheric surface coefficient nu 4 of the 4th term of a field by the side of the 1st lens cutback : The 4th lens Abbe number nu 7 : The 7th lens Abbe number [Claim 2] The 1st negative lens which turns a concave surface to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, The negative 1st lens group as a whole which comes to arrange the 2nd negative lens which turned a concave surface to a cutback side, the 3rd positive lens, and the 4th negative lens, The 5th positive lens which turns a convex to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, Come to arrange the 6th negative lens, the 7th positive lens which turned a convex to a cutback side, and the 8th positive lens which turned a convex to a cutback side. A retro focus mold lens with which the positive 2nd lens group is characterized by being constituted and becoming so that it may come to be arranged sequentially from [this] an amplification side and following monograph affair type (8) - (14) may be satisfied as a whole.

[Claim 2] The 1st negative lens which turns a concave surface to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, The negative 1st lens group as a whole which comes to arrange the 2nd negative lens which turned a concave surface to a cutback side, the 3rd positive lens, and the 4th negative lens, The 5th positive lens which turns a convex to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, Come to arrange the 6th negative lens, the 7th positive lens which turned a convex to a cutback side, and the 8th positive lens which turned a convex to a cutback side. A retro focus mold lens with which the positive 2nd lens group is characterized by being constituted and becoming so that it may come to be arranged sequentially from [this] an amplification side and following monograph affair type (8) - (14) may be satisfied as a whole.

(8) $-2.5 < F1/F5 < -0.3$ (9) $-2.8 < FG1/FG2 < -1.0$ (10) $0.2 < H/FG2 < 0.75$ (11) $0.0 < A(1)$

(12) $0.0 < A(2)$

(13) 28 -- < -- nu4<55 (14) 58 -- < nu 7 -- here F1 : A focal distance F5 of the 1st lens : A focal distance FG1 of the 5th lens : A focal distance FG2 of the 1st lens group : A focal distance H of the 2nd lens group : An aspheric-surface coefficient A of the 4th term of a field by the side of the principal-point distance A(1):lens [1st] amplification by the side of the lens [2nd] group extension (2): An aspheric surface coefficient nu 4 of the 4th term of a field by the side of the 1st lens cutback : The 4th lens Abbe number nu 7 : The 7th lens Abbe number

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to a retro focus mold lens suitable as a projection lens of projection mold television using a liquid crystal display panel especially about the retro focus mold lens generally used for the image formation lens of the camera which used an image sensor or silver halide films, such as CCD and the camera tube, etc., and the projection lens of projection mold television.

[0002]

[Description of the Prior Art] When you need the back focus longer than before at a wide angle, the retro focus mold lens which consists of a pre-group which has negative refractive power, and a back group which has positive refractive power is used, but with such a retro focus mold lens, since distortion aberration will become large if it is going to make it a wide angle more, it is made to perform aberration amendment by using the aspheric surface for the lens by the side of amplification. By the way, since the aspheric lens which consists of glass is expensive as the above-mentioned aspheric lens, cheap-ization of a manufacturing cost is attained using the aspheric lens which consists of plastics.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, a plastic lens has the problem that the change of a focal location and the deterioration of the image formation engine performance accompanying a temperature change are large, and since the plastic lens has big constraint in respect of the refractive index of the material which can be used compared with a glass lens, or distribution, it has the problem that the amendment of the chromatic aberration of magnification which becomes difficult becomes still more difficult, in a wide angle lens. It aims at offering the retro focus mold lens which can eliminate the effect by the temperature change of a plastic lens, this invention amending many aberration, such as distortion aberration, in the retro focus mold lens using the aspheric lens which was made in view of such a situation and consists of plastics.

[0004] Moreover, it aims at offering the retro focus mold lens which can solve the problem of lowering of the circumference quantity of light in the projection lens used for projection mold television especially using a liquid crystal panel.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The 1st retro focus mold lens of this invention The 1st negative lens which turns a concave surface to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an

amplification side, and consists of plastics, The negative 1st lens group as a whole which comes to arrange the 2nd negative lens which turned a concave surface to a cutback side, the 3rd negative lens, and the 4th positive lens, The 5th positive lens which turns a convex to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, Come to arrange the 6th negative lens, the 7th positive lens which turned a convex to a cutback side, and the 8th positive lens which turned a convex to a cutback side. The positive 2nd lens group is characterized by being constituted and becoming so that it may come to be arranged sequentially from [this] an amplification side and following monograph affair type (1) - (7) may be satisfied as a whole.

[0006] (1) $-2.5 < F1/F5 < -0.3$ (2) $-2.8 < FG1/FG2 < -1.0$ (3) $0.2 < H/FG2 < 0.75$ (4) $0.0 < A(1)$

(5) $0.0 < A(2)$

(6) $nu4 < 32$ (7) $58 \leq nu7$ -- here F1 : The focal distance F5 of the 1st lens : Focal distance FG1 of the 5th lens : Focal distance FG2 of the 1st lens group : The focal distance H of the 2nd lens group : An aspheric surface coefficient A of the 4th term of a field by the side of the principal point distance A(1):lens [1st] amplification by the side of the lens [2nd] group extension (2): Aspheric surface coefficient nu 4 of the 4th term of a field by the side of the 1st lens cutback : The 4th lens Abbe number nu 7 : The 7th lens Abbe number [0007] the [moreover, / of this invention] -- 2 retro focus mold lens The 1st negative lens which turns a concave surface to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, The negative 1st lens group as a whole which comes to arrange the 2nd negative lens which turned a concave surface to a cutback side, the 3rd positive lens, and the 4th negative lens, The 5th positive lens which turns a convex to a cutback side, and has the aspheric surface sequentially from an amplification side, and consists of plastics, Come to arrange the 6th negative lens, the 7th positive lens which turned a convex to a cutback side, and the 8th positive lens which turned a convex to a cutback side. The positive 2nd lens group is characterized by being constituted and becoming so that it may come to be arranged sequentially from [this] an amplification side and following monograph affair type (8) - (14) may be satisfied as a whole.

[0008] (8) $-2.5 < F1/F5 < -0.3$ (9) $-2.8 < FG1/FG2 < -1.0$ (10) $0.2 < H/FG2 < 0.75$ (11) $0.0 < A(1)$

(12) $0.0 < A(2)$

(13) $28 \leq nu4$ (14) $58 \leq nu7$ -- here F1 : The focal distance F5 of the 1st lens : Focal distance FG1 of the 5th lens : Focal distance FG2 of the 1st lens group : The focal distance H of the 2nd lens group : An aspheric surface coefficient A of the 4th term of a field by the side of the principal point distance A(1):lens [1st] amplification by the side of the lens [2nd] group extension (2): Aspheric surface coefficient nu 4 of the 4th term of a field by the side of the 1st lens cutback : The 4th lens Abbe number nu 7 : The 7th lens Abbe number [0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained using a drawing. In addition, although seven examples are explained concretely below, it omits about the explanation which attaches the same sign and overlaps about the same element in explanation of the drawing respectively corresponding to each example.

[0010] <Example 1> the retro focus mold lens of this example 1 The 1st lens group which arranges the 1st lens L1, the 2nd negative lens L2, the 3rd negative negative lens L3, and the 4th negative positive lens L4 in this order, and consists of an amplification side as shown in drawing 1 , It is constituted and the 2nd lens group which comes to arrange the 5th lens L5, negative 6th lens L6, the 7th positive positive lens L7, and the 8th positive positive lens L8 in this order consists of an amplification side so that it may be

arranged sequentially from [this] an amplification side, and it may become and the following monograph affair type may be satisfied.

[0011] (1) $-2.5 < F1/F5 < -0.3$ (2) $-2.8 < FG1/FG2 < -1.0$ (3) $0.2 < H/FG2 < 0.75$ (4) $0.0 < A(1)$

(5) $0.0 < A(2)$

(6) $\nu_4 < 32$ (7) $58 > \nu_7$ -- here F1 : The focal distance F5 of the 1st lens : Focal distance FG1 of the 5th lens : Focal distance FG2 of the 1st lens group : The focal distance H of the 2nd lens group : The aspheric surface coefficient A of the 4th term of the field by the side of the principal-point distance A(1):lens [1st] amplification by the side of the lens [2nd] group extension (2): Aspheric surface coefficient ν_4 of the 4th term of the field by the side of the 1st lens cutback : The 4th lens Abbe number ν_7 : The 7th lens Abbe number [0012] In addition, the 3rd lens L3, the 4th lens L4, and 6th lens L6 and the 7th lens L7 are joined. In addition, image formation of the flux of light which carried out incidence in accordance with the optical axis X from the amplification side is carried out to the image formation location P on the CCD image formation side 1. Moreover, color-separation prism, and the filter and low pass filter 2 which cut infrared light are arranged on the cutback side (image formation side side) of a lens system. The negative meniscus lens which the 1st lens L1 turns a concave surface to a cutback side, and has the aspheric surface here, and consists of plastics, The negative meniscus lens by which the 2nd lens L2 and the 3rd lens L3 turned the concave surface to the cutback side, The biconvex lens and the 5th lens L5 to which the field of curvature with the 4th lens L4 strong against an amplification side was turned turn a convex to a cutback side. The positive meniscus lens which has the aspheric surface and consists of plastics, the biconcave lens to which the field of curvature with 6th lens L6 strong against a cutback side was turned, the 7th lens L7, and the 8th lens L8 are biconvex lenses to which the field of curvature strong against a cutback side was turned.

[0013] Next, above-mentioned conditional-expression (1) - (7) is explained. Since it becomes impossible to balance the power of two plastic lenses, the 1st lens L1 and the 5th lens L5, whichever it exceeds [of the maximum of conditional expression (1), and a minimum], the focal location change and image formation performance degradation accompanying a temperature change will become large. Moreover, aberration amendment becomes difficult, in order that the power of the 1st lens group may become strong and the beam-of-light high in the 2nd lens group may go up too much, if the maximum of conditional expression (2) is exceeded. On the other hand, if a minimum is exceeded, the power of the 1st lens group becomes weaker, the distance between [a cutback side lens side to] cutback side focal locations will become short, or the path of the amplification side lens of the 1st lens group will become large.

[0014] moreover -- while conditional expression (3) amends many aberration -- the cutback side of a system -- a tele cent -- aberration amendment becomes difficult, whichever it maintains at a rucksack configuration and exceeds [of a maximum and a minimum]. Moreover, if conditional expression (4) and the minimum of (5) are exceeded, it will become difficult to amend distortion aberration. Moreover, if the maximum of conditional expression (6) is exceeded, it will become difficult to amend the chromatic aberration of magnification and axial overtone aberration with sufficient balance. Furthermore, if the minimum of conditional expression (7) is exceeded, the chromatic aberration of magnification will serve as lack of amendment. Next, the refractive index N and Abbe number ν in radius-of-curvature [of each lens side in this example 1] R (mm), the main thickness of each lens and the air gap D between each lens (mm), and d line of each lens are shown in the following table 1.

[0015] However, in these table 1 and tables 2-7 mentioned later, the numeric character to which each

marks R, D, N, and nu were made to correspond carries out a sequential increment from an amplification side. Moreover, R1, R2, R8, and R9 are the aspheric surfaces expressed by the following type (A), and they have become the value shown in a table 1 about the radius of curvature on the optical axis. (The same is said of the tables 2-7 shown below) .

$$Z = CY^2 / \{1 + (1 - KC^2Y^2)^{1/2}\}$$

$$+AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} \text{ (A)}$$

However, Z: The length of the perpendicular taken down to the tangential plane (flat surface vertical to an optical axis) of aspheric surface top-most vertices from the point on the aspheric surface of height Y from an optical axis (mm)

C: Paraxial curvature of the aspheric surface (inverse number of the radius of curvature on an optical axis (R_i))

Y: Height from an optical axis (mm)

K: Eccentricity A, B, and C and D: -- they are the 4th, 6, and the 8 or 10th aspheric surface coefficient -- the 1st, 2, a page [8 or 9th] aspheric surface coefficient A, B, C and D, and Eccentricity K are shown in the lower berth of a table 1.

[0016]

[A table 1]

	R	D	N	ν
1	3.6403	0.1770	1.4910	57.6
2	1.7102	0.5278		
3	2.8106	0.1415	1.7015	41.2
4	0.8980	0.5897		
5	13.3487	0.1522	1.7015	41.2
6	1.0944	0.5629	1.8467	23.9
7	-14.0905	1.0620		
8	-2.3025	0.1617	1.4910	57.6
9	-1.8797	0.0505		
10	-5.3445	0.1112	1.8467	23.9
11	2.2489	0.8962	1.4875	70.2
12	-1.4544	0.0101		
13	7.1353	0.6488	1.6204	60.3
14	-1.9649	0.3000		
15	∞	2.0724	1.5163	64.1
16	∞			

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7896×10^{-1}	-0.9712×10^{-8}	0.3396×10^{-8}	0.2617×10^{-8}
2	1.0000	0.4584×10^{-1}	0.1162×10^{-3}	-0.4969×10^{-8}	-0.4959×10^{-8}
8	1.0000	-0.6154×10^{-1}	0.1518×10^{-8}	-0.1567×10^{-8}	-0.1165×10^{-8}
9	1.0000	0.8329×10^{-1}	0.1555×10^{-8}	-0.9957×10^{-8}	-0.1199×10^{-8}

[0017] Moreover, the f numbers of a lens and the half-field angles omega in this example 1 are 2.53 and

41.5 degrees respectively.

[0018] The retro focus mold lens of the <example 2> example 2 is explained using drawing 2 . Although the lens of this example 2 is considered as the almost same lens configuration as the lens of the above-mentioned example 1, it differs from the thing of the above-mentioned example 1 mainly at the point from which are mutually separated of the 3rd lens L3 and the 4th lens L4. In addition, conditional-expression (1) - (7) mentioned above is satisfied altogether, and each value is set up as shown in a table 8. The refractive index N and Abbe number ν in radius-of-curvature [of each lens side in this example 2] R (mm), the main thickness of each lens and the air gap D between each lens (mm), and d line of each lens are shown in the following table 2. In addition, the 1st, 2, a page [8 or 9th] aspheric surface coefficient A, B, C and D, and Eccentricity K are shown in the lower berth of a table 2.

[0019]

[A table 2]

	R	D	N	ν
1	3.7560	0.1770	1.4910	57.6
2	1.8225	0.5359		
3	3.2091	0.1416	1.7015	41.2
4	0.9876	0.7469		
5	6.2706	0.1517	1.6385	55.4
6	1.4232	0.1012		
7	1.6504	0.4801	1.8052	25.4
8	-11.1014	0.9478		
9	-3.5320	0.2752	1.4910	57.6
10	-1.8833	0.0506		
11	-3.2261	0.1112	1.8467	23.9
12	2.1954	0.6073	1.4875	70.2
13	-1.5387	0.0101		
14	6.4769	0.5763	1.6204	60.3
15	-1.8901	0.3000		
16	∞	2.0724	1.5163	64.1
17	∞			

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7797×10^{-1}	-0.7981×10^{-2}	0.2551×10^{-2}	-0.1519×10^{-2}
2	1.0000	0.5411×10^{-1}	0.1086×10^{-1}	-0.5168×10^{-2}	-0.5072×10^{-2}
9	1.0000	-0.5983×10^{-1}	0.5308×10^{-2}	-0.2428×10^{-2}	-0.1218×10^{-2}
10	1.0000	0.8124×10^{-1}	0.2803×10^{-2}	-0.9153×10^{-2}	-0.1242×10^{-2}

[0020] Moreover, the f numbers of a lens and the half-field angles ω in this example 2 are 2.53 and 41.5 degrees respectively.

[0021] The retro focus mold lens of the <example 3> example 3 is explained using drawing 3 . Although the lens of this example 3 is considered as the almost same lens configuration as the lens of the above-mentioned example 1, it is separated from it of 6th lens L6 and the 7th lens L7, and it mainly

differs from the thing of the above-mentioned example 1 at the point used as the biconcave lens to which 6th lens L6 turned the field of curvature strong against an amplification side. [each other] In addition, conditional-expression (1) - (7) mentioned above is satisfied altogether, and each value is set up as shown in a table 8.

[0022] The refractive index N and Abbe number ν in radius-of-curvature [of each lens side in this example 3] R (mm), the main thickness of each lens and the air gap D between each lens (mm), and d line of each lens are shown in the following table 3. In addition, the 1st, 2, a page [8 or 9th] aspheric surface coefficient A, B, C and D, and Eccentricity K are shown in the lower berth of a table 3.

[0023]

[A table 3]

	R	D	N	ν
1	3.7353	0.1774	1.4910	57.6
2	1.7522	0.5348		
3	3.0247	0.1419	1.6667	48.3
4	0.8910	0.4173		
5	31.0582	0.1527	1.7205	34.7
6	1.1637	0.5820	1.8467	23.9
7	-14.0661	1.2570		
8	-15.7604	0.3041	1.4910	57.6
9	-1.4482	0.0507		
10	-2.8652	0.1115	1.8467	23.9
11	5.0103	0.0258		
12	5.9343	0.6814	1.4875	70.2
13	-1.4906	0.0101		
14	10.2638	0.5688	1.6204	60.3
15	-2.2813	0.3000		
16	∞	2.0724	1.5163	64.1
17	∞			

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7884×10^{-1}	-0.9246×10^{-2}	0.9100×10^{-2}	0.1899×10^{-2}
2	1.0000	0.4756×10^{-1}	0.1118×10^{-1}	-0.5025×10^{-2}	-0.4930×10^{-2}
8	1.0000	-0.5947×10^{-1}	0.6514×10^{-2}	-0.3071×10^{-2}	-0.1180×10^{-2}
9	1.0000	0.8219×10^{-1}	0.2588×10^{-2}	-0.7778×10^{-2}	-0.1166×10^{-2}

[0024] Moreover, the f numbers of a lens and the half-field angles ω in this example 3 are 2.53 and 41.6 degrees respectively.

[0025] The retro focus mold lens of the <example 4> example 4 is explained using drawing 4 . Although the lens of this example 4 is considered as the almost same lens configuration as the lens of the above-mentioned example 3 It differs from the thing of the above-mentioned example 3 at the point which is used as the biconcave lens to which the field of curvature with the 3rd lens L3 strong against a cutback side was mainly turned, is used as the biconvex lens to which the field of curvature with the 5th lens L5

strong against a cutback side was turned, and is used as the biconcave lens to which 6th lens L6 turned the field of curvature strong against a cutback side. In addition, conditional-expression (1) - (7) mentioned above is satisfied altogether, and each value is set up as shown in a table 8.

[0026] The refractive index N and Abbe number ν in radius-of-curvature [of each lens side in this example 4] R (mm), the main thickness of each lens and the air gap D between each lens (mm), and d line of each lens are shown in the following table 4. In addition, the 1st, 2, a page [8 or 9th] aspheric surface coefficient A, B, C and D, and Eccentricity K are shown in the lower berth of a table 4.

[0027]

[A table 4]

	R	D	N	ν
1	3.3128	0.1782	1.4910	57.6
2	1.6169	0.5663		
3	2.9762	0.1425	1.6007	48.3
4	0.8986	0.4376		
5	-23.0277	0.1532	1.7205	34.7
6	1.5596	0.5539	1.8467	23.9
7	-7.2509	1.5328		
8	23.3717	0.3054	1.4910	57.6
9	-1.8527	0.0509		
10	-5.7049	0.1120	1.8467	23.9
11	3.1907	0.0171		
12	3.4089	0.6701	1.4875	70.2
13	-1.9736	0.0102		
14	5.8526	0.5333	1.6204	60.3
15	-3.0301	0.3000		
16	∞	2.0724	1.5163	84.1
17	∞			

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7863×10^{-1}	-0.1059×10^{-3}	0.3352×10^{-2}	0.5455×10^{-5}
2	1.0000	0.4625×10^{-1}	0.1116×10^{-3}	-0.5199×10^{-3}	-0.5030×10^{-3}
8	1.0000	-0.2043×10^{-1}	0.3476×10^{-2}	0.5185×10^{-3}	-0.7465×10^{-4}
9	1.0000	0.3654×10^{-1}	-0.2504×10^{-2}	-0.6037×10^{-3}	-0.2028×10^{-3}

[0028] Moreover, the f numbers of a lens and the half-field angles ω in this example 4 are 2.53 and 41.7 degrees respectively.

[0029] The retro focus mold lens of the <example 5> example 5 is explained using drawing 5. Although the lens of this example 5 is considered as the almost same eight-sheet lens configuration as the lens of the above-mentioned example 1, it differs from the thing of the above-mentioned example 1 mainly at the point used as the biconvex lens to which the field of curvature with the 3rd lens L3 strong against a cutback side was turned, and the biconcave lens to which the field of curvature with the 4th lens L4 strong against an amplification side was turned. Moreover, the lens of this example is constituted so that

following conditional-expression (8) - (14) may be satisfied.

[0030] (8) $-2.5 < F1/F5 < -0.3$ (9) $-2.8 < FG1/FG2 < -1.0$ (10) $0.2 < H/FG2 < 0.75$ (11) $0.0 < A(1)$
(12) $0.0 < A(2)$

(13) $28 < \nu_4 < 32$ (14) $58 < \nu_7$ -- here F1 : The focal distance F5 of the 1st lens : Focal distance FG1 of the 5th lens : Focal distance FG2 of the 1st lens group : The focal distance H of the 2nd lens group : The aspheric-surface coefficient A of the 4th term of the field by the side of the principal-point distance A(1):lens [1st] amplification by the side of the lens [2nd] group extension (2): Aspheric surface coefficient ν_4 of the 4th term of the field by the side of the 1st lens cutback : The 4th lens Abbe number ν_7 : The 7th lens Abbe number [0031] These monograph affair type (8) - (14) is specified for the reason like a less or equal. That is, since it becomes impossible to balance the power of the 1st lens L1 and two plastic lenses of the 5th lens L5 whichever it exceeds [of the maximum of conditional expression (8), and a minimum], the focal location change and image formation performance degradation accompanying a temperature change will become large. Moreover, aberration amendment becomes difficult, in order that the power of the 1st lens group may become strong and the beam-of-light high in the 2nd lens group may go up too much, if the maximum of conditional expression (9) is exceeded. On the other hand, if a minimum is exceeded, the power of the 1st lens group becomes weaker, the distance between [a cutback side lens side to] focal locations will become short, or the path of the amplification side lens of the 1st lens group will become large.

[0032] moreover -- while conditional expression (10) amends many aberration -- the cutback side of a system -- a tele cent -- aberration amendment becomes difficult, whichever it maintains at a rucksack configuration and exceeds [of a maximum and a minimum]. Moreover, if conditional expression (11) and the minimum of (12) are exceeded, it will become difficult to amend distortion aberration. moreover, the maximum of conditional expression (13) and a minimum -- whichever it exceeds, it becomes difficult to amend the chromatic aberration of magnification and axial overtone aberration with sufficient balance. Furthermore, if the minimum of conditional expression (14) is exceeded, the chromatic aberration of magnification will serve as lack of amendment. In addition, in this example, conditional-expression (8) - (14) mentioned above is satisfied altogether, and each value is set up, as shown in a table 8.

[0033] The refractive index N and Abbe number ν in radius-of-curvature [of each lens side in this example 5] R (mm), the main thickness of each lens and the air gap D between each lens (mm), and d line of each lens are shown in the following table 5. In addition, the 1st, 2, a page [8 or 9th] aspheric surface coefficient A, B, C and D, and Eccentricity K are shown in the lower berth of a table 5.

[0034]

[A table 5]

	R	D	N	ν
1	3.6333	0.1776	1.4910	57.6
2	1.7461	0.5408		
3	3.0271	0.1421	1.6584	50.9
4	0.8025	0.8193		
5	4.6854	0.5037	1.8487	23.9
6	-1.4188	0.1527	1.7234	38.0
7	13.5067	0.9458		
8	-5.2799	0.2172	1.4910	57.6
9	-1.4198	0.0511		
10	-2.8135	0.1119	1.8487	23.9
11	2.5544	0.7217	1.4875	70.2
12	-1.5086	0.0102		
13	8.0709	0.6548	1.6204	60.3
14	-2.0473	0.3000		
15	∞	2.0724	1.5163	64.1
16	∞			

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7874×10^{-1}	-0.8802×10^{-2}	0.2835×10^{-3}	0.1097×10^{-3}
2	1.0000	0.5069×10^{-1}	0.1106×10^{-1}	-0.5143×10^{-2}	-0.4986×10^{-2}
3	1.0000	-0.6231×10^{-1}	0.1033×10^{-2}	-0.1516×10^{-3}	-0.1173×10^{-4}
9	1.0000	0.8155×10^{-1}	0.2384×10^{-2}	-0.9927×10^{-3}	-0.1218×10^{-4}

[0035] Moreover, the f numbers of a lens and the half-field angles ω in this example 5 are 2.53 and 41.6 degrees respectively.

[0036] The retro focus mold lens of the <example 6> example 6 is explained using drawing 6. Although the lens of this example 6 is considered as the almost same lens configuration as the lens of the above-mentioned example 5, it differs from the thing of the above-mentioned example 5 mainly at the point from which are mutually separated of the 3rd lens L3 and the 4th lens L4. In addition, conditional-expression (8) - (14) mentioned above is satisfied altogether, and each value is set up as shown in a table 8.

[0037] The refractive index N and Abbe number ν in radius-of-curvature [of each lens side in this example 6] R (mm), the main thickness of each lens and the air gap D between each lens (mm), and d line of each lens are shown in the following table 6. In addition, the 1st, 2, a page [8 or 9th] aspheric surface coefficient A, B, C and D, and Eccentricity K are shown in the lower berth of a table 6.

[0038]

[A table 6]

	R	D	N	d
1	3.1676	0.1776	1.4910	57.6
2	1.6155	0.5773		
3	3.0673	0.1421	1.6584	50.9
4	0.8942	0.8885		
5	4.8498	0.4934	1.8467	23.9
6	-1.5527	0.0101		
7	-1.5618	0.1522	1.7234	38.0
8	25.0867	0.8923		
9	-4.7638	0.2110	1.4910	57.6
10	-1.4327	0.0507		
11	-2.7807	0.1116	1.8467	23.9
12	2.4380	0.7034	1.4875	70.2
13	-1.5183	0.0102		
14	7.7722	0.8479	1.6204	60.3
15	-2.0092	0.3000		
16	∞	2.0724	1.5183	64.1
17	∞			

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7756×10^{-1}	-0.8160×10^{-2}	0.3612×10^{-3}	0.9021×10^{-4}
2	1.0000	0.5268×10^{-1}	0.1110×10^{-1}	-0.5160×10^{-2}	-0.5014×10^{-2}
9	1.0000	-0.6232×10^{-1}	0.9885×10^{-3}	-0.1591×10^{-3}	-0.1204×10^{-2}
10	1.0000	0.8144×10^{-1}	0.2464×10^{-2}	-0.1000×10^{-2}	-0.1250×10^{-2}

[0039] Moreover, the f numbers of a lens and the half-field angles omega in this example 6 are 2.53 and 41.6 degrees respectively.

[0040] The retro focus mold lens of the <example 7> example 7 is explained using drawing 7. The lens of this example 7 is considered as the almost same lens configuration as the lens of the above-mentioned example 5. In addition, conditional-expression (8) - (14) mentioned above is satisfied altogether, and each value is set up as shown in a table 8. The refractive index N and Abbe number nu in radius-of-curvature [of each lens side in this example 7] R (mm), the main thickness of each lens and the air gap D between each lens (mm), and d line of each lens are shown in the following table 7.

[0041]

[A table 7]

	R	D	N	ν
1	3.3989	0.1771	1.4910	57.6
2	1.6556	0.5810		
3	3.2256	0.1414	1.6700	47.3
4	0.9102	0.7181		
5	4.2475	0.5847	1.8467	23.9
6	-1.2256	0.1521	1.7284	38.0
7	16.4249	0.9450		
8	-1.8963	0.1895	1.4910	57.6
9	-1.4260	0.0506		
10	-4.5689	0.1114	1.8467	23.9
11	2.1266	0.7090	1.4875	70.2
12	-1.4243	0.0101		
13	6.2610	0.6713	1.5891	91.2
14	-1.9435	0.3000		
15	∞	2.0724	1.5163	84.1
16	∞			

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7988×10^{-1}	-0.9591×10^{-2}	0.2912×10^{-3}	0.6819×10^{-4}
2	1.0000	0.5205×10^{-1}	0.1148×10^{-1}	-0.5489×10^{-2}	-0.5497×10^{-3}
8	1.0000	-0.6388×10^{-1}	0.1245×10^{-2}	-0.1782×10^{-3}	-0.1444×10^{-2}
9	1.0000	0.8392×10^{-1}	0.2201×10^{-2}	-0.1144×10^{-3}	-0.1502×10^{-2}

[0042] Moreover, the f numbers of a lens and the half-field angles ω in this example 7 are 2.53 and 41.5 degrees respectively. In addition, it is made to correspond to the above-mentioned examples 1-7, and each of that aberration drawing (spherical aberration, astigmatism, distortion, and aberration drawing of the chromatic aberration of magnification) is respectively shown in drawing 8-14. In addition, in this aberration drawing, ω shows a half-field angle. According to each example mentioned above, the whole of each aberration mentioned above can be made good so that clearly from these drawing 8-14. Moreover, it sets to each spherical-aberration drawing. In each chromatic-aberration-of-magnification drawing, the aberration of an F line [as opposed to d line in the aberration over d line, an F line, and C line] and C line is shown again. Furthermore, the aberration over the sagittal (S) image surface and the tangential (T) image surface is shown in each astigmatism drawing.

[0043] In addition, as a retro focus mold lens of this invention, it is not restricted to the thing of the above-mentioned example, and modification of various modes is possible, for example, it is possible to change suitably the curvature R of each lens and the lens gap (or lens thickness) D. In addition, in the above-mentioned example, although this invention lens is used as an image formation lens, the activity mode of the retro focus mold lens of this invention can acquire the same effect, also when it is not restricted to this and uses as a projection lens of projection mold television etc.

[0044]

[A table 8]

式の値

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	- 0. 5 8	- 1. 1 9	- 2. 1 5	- 1. 9 0
(2)	- 1. 7 4	- 2. 3 0	- 1. 3 4	- 1. 2 4
(3)	0. 5 8	0. 5 7	0. 5 7	0. 4 8
(4)	0.79×10^{-1}	0.78×10^{-1}	0.79×10^{-1}	0.79×10^{-1}
(5)	0.46×10^{-1}	0.54×10^{-1}	0.48×10^{-1}	0.46×10^{-1}
(6)	2 8. 9	2 5. 4	2 3. 9	2 3. 9
(7)	7 0. 2	7 0. 2	7 0. 2	7 0. 2

	実施例 5	実施例 6	実施例 7
(8)	- 1. 8 2	- 1. 7 1	- 0. 7 4
(9)	- 1. 6 5	- 1. 8 2	- 1. 9 2
(10)	0. 5 9	0. 5 8	0. 6 0
(11)	0.79×10^{-1}	0.78×10^{-1}	0.80×10^{-1}
(12)	0.51×10^{-1}	0.53×10^{-1}	0.52×10^{-1}
(13)	3 8. 0	3 8. 0	3 8. 0
(14)	7 0. 2	7 0. 2	7 0. 2

[0045]

[Effect of the Invention] As mentioned above, although according to the retro focus mold lens of this invention the lens side of a predetermined lens is made into the aspheric surface and the lens of a parenthesis is formed with plastics as explained to details, amendment of aberration, such as distortion aberration, can be made good and the effect accompanying the temperature change of a plastic lens can be controlled further. moreover, a cutback side -- a tele cent -- it can consider as a rucksack system and lowering of the circumference quantity of light which poses a problem with projection lenses, such as projection mold television especially using a liquid crystal display panel, can be prevented.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The schematic diagram showing the lens basic configuration concerning the example 1 of this invention

[Drawing 2] The schematic diagram showing the lens basic configuration concerning the example 2 of this invention

[Drawing 3] The schematic diagram showing the lens basic configuration concerning the example 3 of this invention

[Drawing 4] The schematic diagram showing the lens basic configuration concerning the example 4 of this invention

[Drawing 5] The schematic diagram showing the lens basic configuration concerning the example 5 of this invention

[Drawing 6] The schematic diagram showing the lens basic configuration concerning the example 6 of this invention

[Drawing 7] The schematic diagram showing the lens basic configuration concerning the example 7 of this invention

[Drawing 8] Each aberration drawing of the lens concerning an example 1

[Drawing 9] Each aberration drawing of the lens concerning an example 2

[Drawing 10] Each aberration drawing of the lens concerning an example 3

[Drawing 11] Each aberration drawing of the lens concerning an example 4

[Drawing 12] Each aberration drawing of the lens concerning an example 5

[Drawing 13] Each aberration drawing of the lens concerning an example 6

[Drawing 14] Each aberration drawing of the lens concerning an example 7

[Description of Notations]

L1 - L8 Lens

R1 - R16 Radius of curvature of a lens side or a filter side

D1 - D15 Lens spacing (lens thickness)

X Optical axis

P Image formation location

1 CCD Image Formation Side

2 Infrared Light Cut-off Filter (Low Pass Filter)

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-96759

(43)公開日 平成9年(1997)4月8日

(51)Int.Cl.⁵
G 0 2 B 13/04
13/18

特許記号 庁内整理番号

F I
G 0 2 B 13/04
13/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の款2 F D (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平7-274868

(22)出願日 平成7年(1995)9月28日

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72)発明者 山本 力

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士
写真光機株式会社内

(74)代理人 弁理士 川野 宏

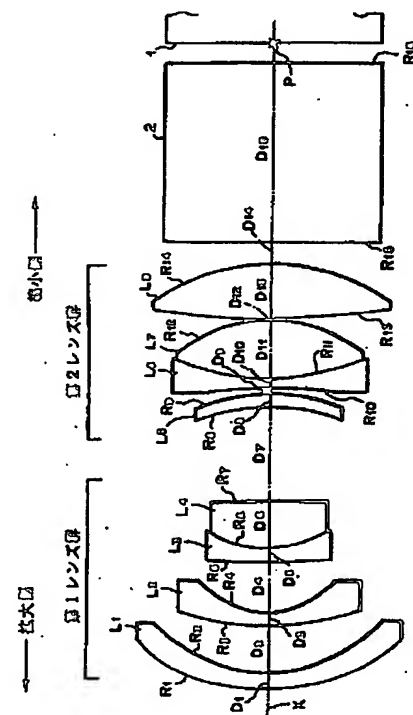
(54)【発明の名称】 レトロフォーカス型レンズ

(57)【要約】

【目的】 4枚のレンズよりなる負の第1レンズ群と4枚のレンズよりなる第2レンズ群とからなり、各レンズ群の最も拡大側のレンズを、非球面を有するプラスチックレンズとし、かつ所定の条件式を満足することにより、諸収差を良好とし、プラスチックレンズの温度変化に伴う影響を抑制する。

【構成】 非球面を有するプラスチックレンズよりなる正の第1レンズL₁、負の第2レンズL₂、負の第3レンズL₃および正の第4レンズL₄からなる第1レンズ群と、非球面を有するプラスチックレンズよりなる正の第5レンズL₅、負の第6レンズL₆、正の第7レンズL₇および正の第8レンズL₈からなる第2レンズ群とを拡大側からこの順に配列してなり、かつ下記各条件式を満足するように構成されてなる。

【数1】 $-2.5 < F_1/F_5 < -0.3$, $-2.8 < FG_1 < FG_2 < -1.0$, $0.2 < H/FG_2 < 0.75$, $0.0 < A(1)$, $0.0 < A(2)$, $\nu_4 < 32$, $58 < \nu_7$



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡大側から順に、縮小側に凹面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる負の第1レンズ、縮小側に凹面を向けた負の第2レンズ、負の第3レンズ、および正の第4レンズを配列してなる、全体として負の第1レンズ群と、拡大側から順に、縮小側に凸面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる正の第5レンズ、負の第6レンズ、縮小側に凸面を向けた正の第7レンズ、および縮小側に凸面を向けた正の第8レンズを配列してなる、全体として正の第2レンズ群とが拡大側からこの順に配列されてなり、以下の各条件式

(1)～(7)を満足するように構成されてなることを特徴とするレトロフォーカス型レンズ。

- (1) $-2.5 < F_1/F_5 < -0.3$
- (2) $-2.8 < FG_1/FG_2 < -1.0$
- (3) $0.2 < H/FG_2 < 0.75$
- (4) $0.0 < A(1)$
- (5) $0.0 < A(2)$
- (6) $\nu_4 < 32$
- (7) $58 < \nu_7$

ここで、 F_1 : 第1レンズの焦点距離

F_5 : 第5レンズの焦点距離

FG_1 : 第1レンズ群の焦点距離

FG_2 : 第2レンズ群の焦点距離

H : 第2レンズ群拡大側の主点距離

$A(1)$: 第1レンズ拡大側の面の4次項の非球面係数

$A(2)$: 第1レンズ縮小側の面の4次項の非球面係数

ν_4 : 第4レンズアッペ数

ν_7 : 第7レンズアッペ数

【請求項2】 拡大側から順に、縮小側に凹面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる負の第1レンズ、縮小側に凹面を向けた負の第2レンズ、正の第3レンズ、および負の第4レンズを配列してなる、全体として負の第1レンズ群と、拡大側から順に、縮小側に凸面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる正の第5レンズ、負の第6レンズ、縮小側に凸面を向けた正の第7レンズ、および縮小側に凸面を向けた正の第8レンズを配列してなる、全体として正の第2レンズ群とが拡大側からこの順に配列されてなり、以下の各条件式

(8)～(14)を満足するように構成されてなることを特徴とするレトロフォーカス型レンズ。

- (8) $-2.5 < F_1/F_5 < -0.3$
- (9) $-2.8 < FG_1/FG_2 < -1.0$
- (10) $0.2 < H/FG_2 < 0.75$
- (11) $0.0 < A(1)$
- (12) $0.0 < A(2)$
- (13) $28 < \nu_4 < 55$
- (14) $58 < \nu_7$

ここで、 F_1 : 第1レンズの焦点距離

F_5 : 第5レンズの焦点距離

2

FG_1 : 第1レンズ群の焦点距離

FG_2 : 第2レンズ群の焦点距離

H : 第2レンズ群拡大側の主点距離

$A(1)$: 第1レンズ拡大側の面の4次項の非球面係数

$A(2)$: 第1レンズ縮小側の面の4次項の非球面係数

ν_4 : 第4レンズアッペ数

ν_7 : 第7レンズアッペ数

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般に、CCDや撮像管などの撮像素子あるいは銀塩フィルムなどを用いたカメラの結像レンズや、投射型テレビの投影レンズに用いられるレトロフォーカス型レンズに関し、特に、液晶表示パネルを用いた投射型テレビの投影レンズとして好適なレトロフォーカス型レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、広角で、長いバックフォーカスを必要とする場合に、負の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とからなる、レトロフォーカス型レンズが用いられているが、このようなレトロフォーカス型レンズでは、より広角にしようとするとき歪曲収差が大きくなるため、拡大側のレンズに非球面を用いることで収差補正を行うようにしている。ところで、上記非球面レンズとしては、ガラスよりなる非球面レンズが高価であるため、プラスチックよりなる非球面レンズを用いて製造コストの低廉化が図られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、プラスチックレンズは温度変化に伴う焦点位置の変化や結像性能の劣化が大きいという問題があり、また、プラスチックレンズはガラスレンズに比べ、使用できる材料の屈折率や分散の面で大きな制約を有しているため、広角レンズでは難くなる倍率色収差の補正がさらに困難となるという問題がある。本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、プラスチックからなる非球面レンズを用いたレトロフォーカス型レンズにおいて、歪曲収差等の諸収差を補正しつつプラスチックレンズの温度変化による影響を排除し得るレトロフォーカス型レンズを提供することを目的とするものである。

【0004】 また、特に液晶パネルを用いた投射型テレビに使用される投影レンズ等における周辺光量の低下の問題を解決し得るレトロフォーカス型レンズを提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の第1のレトロフォーカス型レンズは、拡大側から順に、縮小側に凹面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる負の第1レンズ、縮小側に凹面を向けた負の第2レンズ、負の第3レンズ、および正の第4レンズを配列してなる、全体として負の第1レンズ群と、拡大側から順に、縮小側

(3)

3

に凸面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる正の第5レンズ、負の第6レンズ、縮小側に凸面を向けた正の第7レンズ、および縮小側に凸面を向けた正の第8レンズを配列してなる、全体として正の第2レンズ群とが拡大側からこの順に配列されてなり、以下の各条件式(1)～(7)を満足するように構成されてなることを特徴とするものである。

- 【0006】(1) $-2.5 < F_1/F_5 < -0.3$
 (2) $-2.8 < FG_1/FG_2 < -1.0$
 (3) $0.2 < H/FG_2 < 0.75$
 (4) $0.0 < A(1)$
 (5) $0.0 < A(2)$
 (6) $\nu_4 < 32$
 (7) $58 < \nu_7$

ここで、 F_1 : 第1レンズの焦点距離

F_5 : 第5レンズの焦点距離

FG_1 : 第1レンズ群の焦点距離

FG_2 : 第2レンズ群の焦点距離

H : 第2レンズ群拡大側の主点距離

$A(1)$: 第1レンズ拡大側の面の4次項の非球面係数

$A(2)$: 第1レンズ縮小側の面の4次項の非球面係数

ν_4 : 第4レンズアッベ数

ν_7 : 第7レンズアッベ数

【0007】また、本発明の第2レトロフォーカス型レンズは、拡大側から順に、縮小側に凹面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる負の第1レンズ、縮小側に凹面を向けた負の第2レンズ、正の第3レンズ、および負の第4レンズを配列してなる、全体として負の第1レンズ群と、拡大側から順に、縮小側に凸面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる正の第5レンズ、負の第6レンズ、縮小側に凸面を向けた正の第7レンズ、および縮小側に凸面を向けた正の第8レンズを配列してなる、全体として正の第2レンズ群とが拡大側からこの順に配列されてなり、以下の各条件式(8)～(14)を満足するように構成されてなることを特徴とするものである。

- 【0008】(8) $-2.5 < F_1/F_5 < -0.3$
 (9) $-2.8 < FG_1/FG_2 < -1.0$
 (10) $0.2 < H/FG_2 < 0.75$
 (11) $0.0 < A(1)$
 (12) $0.0 < A(2)$
 (13) $28 < \nu_4 < 55$
 (14) $58 < \nu_7$

ここで、 F_1 : 第1レンズの焦点距離

F_5 : 第5レンズの焦点距離

FG_1 : 第1レンズ群の焦点距離

FG_2 : 第2レンズ群の焦点距離

H : 第2レンズ群拡大側の主点距離

$A(1)$: 第1レンズ拡大側の面の4次項の非球面係数

$A(2)$: 第1レンズ縮小側の面の4次項の非球面係数

4

ν_4 : 第4レンズアッベ数

ν_7 : 第7レンズアッベ数

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。なお、以下に7つの実施例について具体的に説明するが、各実施例に各々対応する図面の説明において同一の要素については同一の符号を付し、重複する説明については省略する。

【0010】<実施例1>この実施例1のレトロフォーカス型レンズは、図1に示すように、拡大側から、負の第1レンズ L_1 、負の第2レンズ L_2 、負の第3レンズ L_3 および正の第4レンズ L_4 をこの順に配列してなる第1レンズ群と、拡大側から、正の第5レンズ L_5 、負の第6レンズ L_6 、正の第7レンズ L_7 および正の第8レンズ L_8 をこの順に配列してなる第2レンズ群とが、拡大側からこの順に配列されてなり、かつ下記各条件式を満足するように構成されてなる。

- 【0011】(1) $-2.5 < F_1/F_5 < -0.3$
 (2) $-2.8 < FG_1/FG_2 < -1.0$
 (3) $0.2 < H/FG_2 < 0.75$
 (4) $0.0 < A(1)$
 (5) $0.0 < A(2)$
 (6) $\nu_4 < 32$
 (7) $58 < \nu_7$

ここで、 F_1 : 第1レンズの焦点距離

F_5 : 第5レンズの焦点距離

FG_1 : 第1レンズ群の焦点距離

FG_2 : 第2レンズ群の焦点距離

H : 第2レンズ群拡大側の主点距離

$A(1)$: 第1レンズ拡大側の面の4次項の非球面係数

$A(2)$: 第1レンズ縮小側の面の4次項の非球面係数

ν_4 : 第4レンズアッベ数

ν_7 : 第7レンズアッベ数

【0012】なお、第3レンズ L_3 と第4レンズ L_4 、および第6レンズ L_6 と第7レンズ L_7 は接合されている。なお、拡大側から光軸Xに沿って入射した光束はCCD結像面1上の結像位置Pに結像される。また、レンズ系の縮小側(結像面側)には色分解プリズム、赤外光をカットするフィルタやローパスフィルタ2が配されている。ここで、第1レンズ L_1 は縮小側に凹面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる負のメニスカスレンズ、第2レンズ L_2 および第3レンズ L_3 は縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ、第4レンズ L_4 は拡大側に強い曲率の面を向けた両凸レンズ、第5レンズ L_5 は縮小側に凸面を向け、非球面を有し、かつプラスチックからなる正のメニスカスレンズ、第6レンズ L_6 は縮小側に強い曲率の面を向けた両凹レンズ、第7レンズ L_7 および第8レンズ L_8 は縮小側に強い曲率の面を向けた両凸レンズである。

【0013】次に、上記条件式(1)～(7)について

(4)

5

説明する。条件式(1)の上限、下限のどちらを越えても、第1レンズL₁と第5レンズL₅の2つのプラスチックレンズのパワーのバランスがとれなくなるため、温度変化に伴う焦点位置変化や結像性能劣化が大きくなってしまふ。また、条件式(2)の上限を越えると、第1レンズ群のパワーが強まり、第2レンズ群での光線高が上がり過ぎるため、収差補正が難しくなる。一方、下限を越えると、第1レンズ群のパワーが弱まり、縮小側レンズ面から縮小側焦点位置間の距離が短くなったり、第1レンズ群の拡大側レンズの径が大きくなってしまふ。

【0014】また、条件式(3)は諸収差を補正しつつ、系の縮小側をテレセントリックな構成に保つもので上限、下限のどちらを越えても収差補正が困難になる。また、条件式(4)および(5)の下限を越えると、歪曲収差を補正することが難しくなる。また、条件式

$$Z = CY^2 / \{1 + (1 - KC^2Y^2)^{1/2}\} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10}$$

ただし、Z：光軸からの高さYの非球面上の点より、非球面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ（mm）

C：非球面の近軸曲率（光軸上の曲率半径（R_i）の逆数）

Y：光軸からの高さ（mm）

6

* (6)の上限を越えると、倍率色収差と軸上色収差をバランス良く補正することが困難となる。さらに、条件式(7)の下限を越えると、倍率色収差が補正不足となる。次に、この実施例1における各レンズ面の曲率半径R（mm）、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D（mm）、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッペ数vを下記表1に示す。

【0015】ただし、この表1および後述する表2～7において、各記号R、D、N、vに対応させた数字は拡大側から順次増加するようになっている。また、R₁、R₂、R₈、R₉は、下記式(A)により表される非球面であり、その光軸上の曲率半径については表1に示される値となっている。（以下に示す表2～7についても同じ）。

$$Z = CY^2 / \{1 + (1 - KC^2Y^2)^{1/2}\} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} \quad (A)$$

K：離心率

A、B、C、D：第4、6、8、10次の非球面係数

20 なお、表1の下段に第1、2、8、9面の非球面係数A、B、C、Dおよび離心率Kを示す。

【0016】

【表1】

(5)

7	R	D	N	ν	8
1	3.6409	0.1770	1.4910	57.6	
2	1.7102	0.5278			
3	2.8106	0.1415	1.7015	41.2	
4	0.8980	0.5897			
5	19.3487	0.1522	1.7015	41.2	
6	1.0944	0.5629	1.8487	23.9	
7	-14.8965	1.0620			
8	-2.3025	0.1617	1.4910	57.6	
9	-1.8787	0.0505			
10	-5.8445	0.1112	1.8487	23.9	
11	2.2489	0.8962	1.4875	70.2	
12	-1.4544	0.0101			
13	7.1359	0.6488	1.6204	60.3	
14	-1.9649	0.3000			
15	∞	2.0724	1.5183	64.1	
16	∞				

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7896×10^{-1}	-0.9712×10^{-2}	0.3396×10^{-3}	0.2617×10^{-3}
2	1.0000	0.4584×10^{-1}	0.1162×10^{-2}	-0.4963×10^{-3}	-0.4959×10^{-3}
8	1.0000	-0.6154×10^{-1}	0.1518×10^{-2}	-0.1587×10^{-3}	-0.1165×10^{-3}
9	1.0000	0.8329×10^{-1}	0.1555×10^{-2}	-0.9967×10^{-3}	-0.1199×10^{-3}

【0017】また、この実施例1におけるレンズのFナンバーおよび半画角 ω は各々2.53および41.5°である。

【0018】<実施例2>実施例2のレトロフォーカス型レンズについて図2を用いて説明する。この実施例2のレンズは、上記実施例1のレンズとほぼ同様のレンズ構成とされているが、主として、第3レンズL₃と第4レンズL₄が互いに離れている点で上記実施例1のものとは異なっている。なお、前述した条件式(1)～(7)は全て満足されており、各々の値は表8に示す如

く設定されている。この実施例2における各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D (mm)、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッペ数 ν を下記表2に示す。なお、表2の下端に第1、2、8、9面の非球面係数A, B, C, Dおよび離心率Kを示す。

【0019】

【表2】

(6)

9	R	D	N	ν	10
1	3.7560	0.1770	1.4910	57.6	
2	1.8225	0.5359			
3	3.2091	0.1416	1.7015	41.2	
4	0.9876	0.7469			
5	6.2706	0.1517	1.6985	55.4	
6	1.4232	0.1012			
7	1.6504	0.4801	1.8052	25.4	
8	-11.1014	0.0478			
9	-3.5920	0.2752	1.4910	57.6	
10	-1.6833	0.0506			
11	-3.2261	0.1112	1.8467	23.9	
12	2.1954	0.6079	1.4875	70.2	
13	-1.5367	0.0101			
14	6.4769	0.5763	1.6204	60.3	
15	-1.8901	0.3000			
16	∞	2.0724	1.5163	64.1	
17	∞				

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7797×10^{-1}	-0.7981×10^{-2}	0.2551×10^{-2}	-0.1519×10^{-2}
2	1.0000	0.5411×10^{-1}	0.1086×10^{-1}	-0.5168×10^{-2}	-0.5072×10^{-2}
9	1.0000	-0.5983×10^{-1}	0.5308×10^{-2}	-0.2428×10^{-2}	-0.1218×10^{-2}
10	1.0000	0.8124×10^{-1}	0.2803×10^{-2}	-0.9153×10^{-2}	-0.1242×10^{-2}

【0020】また、この実施例2におけるレンズのFナンバーおよび半画角 ω は各々2.53および41.5°である。

【0021】＜実施例3＞実施例3のレトロフォーカス型レンズについて図3を用いて説明する。この実施例3のレンズは、上記実施例1のレンズとほぼ同様のレンズ構成とされているが、主として、第6レンズL₆と第7レンズL₇が互いに離れており、第6レンズL₆が拡大側に強い曲率の面を向けた両凹レンズとされている点で上記実施例1のものとは異なっている。なお、前述した条件式(1)～(7)は全て満足されており、各々の値は

表8に示す如く設定されている。

【0022】この実施例3における各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D (mm)、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッベ数 ν を下記表3に示す。なお、表3の下段に第1、2、8、9面の非球面係数A、B、C、Dおよび離心率Kを示す。

【0023】

【表3】

(7)

	11	R	D	N	ν	12
1		3.7359	0.1774	1.4910	57.6	
2		1.7522	0.5348			
3		3.0247	0.1419	1.6667	48.3	
4		0.8910	0.4173			
5		31.0582	0.1527	1.7205	34.7	
6		1.1637	0.5820	1.8467	23.9	
7		-14.0661	1.2570			
8		-15.7604	0.3041	1.4910	57.6	
9		-1.4482	0.0507			
10		-2.6652	0.1115	1.8467	23.9	
11		5.0103	0.0258			
12		5.9343	0.6814	1.4875	70.2	
13		-1.4906	0.0101			
14		10.2638	0.5688	1.6204	60.3	
15		-2.2813	0.3000			
16		∞	2.0724	1.5163	64.1	
17		∞				

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7884×10^{-1}	-0.9246×10^{-2}	0.3100×10^{-2}	0.1899×10^{-1}
2	1.0000	0.4756×10^{-1}	0.1118×10^{-3}	-0.5025×10^{-2}	-0.4930×10^{-2}
8	1.0000	-0.5947×10^{-1}	0.6514×10^{-3}	-0.3071×10^{-2}	-0.1180×10^{-2}
9	1.0000	0.8219×10^{-1}	0.2566×10^{-2}	-0.7778×10^{-2}	-0.1166×10^{-2}

【0024】また、この実施例3におけるレンズのFナンバーおよび半画角 ω は各々2.53および41.6°である。

【0025】＜実施例4＞実施例4のレトロフォーカス型レンズについて図4を用いて説明する。この実施例4のレンズは、上記実施例3のレンズとほぼ同様のレンズ構成とされているが、主として、第3レンズL₃が縮小側に強い曲率の面を向けた両凹レンズとされ、第5レンズL₅が縮小側に強い曲率の面を向けた両凸レンズとされ、第6レンズL₆が縮小側に強い曲率の面を向けた両凹レンズとされている点で上記実施例3のものとは異なる。なお、前述した条件式(1)～(7)は全て

満足されており、各々の値は表8に示す如く設定されている。

【0026】この実施例4における各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D (mm)、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッペ数 ν を下記表4に示す。なお、表4の下段に第1、2、8、9面の非球面係数A、B、C、Dおよび離心率Kを示す。

【0027】

【表4】

(8)

	13	R	D	N	ν	14
1		3.3128	0.1782	1.4910	57.6	
2		1.6169	0.5663			
3		2.9762	0.1425	1.6067	48.9	
4		0.8986	0.4376			
5		-23.0277	0.1532	1.7205	34.7	
6		1.5596	0.5539	1.8467	23.9	
7		-7.2509	1.5328			
8		23.3717	0.3054	1.4910	57.6	
9		-1.8527	0.0509			
10		-5.7049	0.1120	1.8467	23.9	
11		3.1907	0.0171			
12		3.4089	0.6701	1.4875	70.2	
13		-1.9736	0.0102			
14		5.6526	0.5333	1.6204	60.3	
15		-3.0301	0.3000			
16		∞	2.0724	1.5163	64.1	
17		∞				

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7863×10^{-1}	-0.1059×10^{-2}	0.3352×10^{-2}	0.5455×10^{-4}
2	1.0000	0.4625×10^{-1}	0.1116×10^{-2}	-0.5199×10^{-2}	-0.5030×10^{-2}
6	1.0000	-0.2043×10^{-1}	0.3476×10^{-2}	0.5185×10^{-2}	-0.7465×10^{-4}
9	1.0000	0.3654×10^{-1}	-0.2504×10^{-2}	-0.8037×10^{-2}	-0.2028×10^{-2}

【0028】また、この実施例4におけるレンズのFナンバーおよび半画角 ω は各々2.53および41.7°である。

【0029】<実施例5>実施例5のレトロフォーカス型レンズについて図5を用いて説明する。この実施例5のレンズは、上記実施例1のレンズとほぼ同様の8枚レンズ構成とされているが、主として、第3レンズL₃が縮小側に強い曲率の面を向けた両凸レンズ、第4レンズL₄が拡大側に強い曲率の面を向けた両凹レンズとされている点で上記実施例1のものとは異なっている。また、本実施例のレンズは下記条件式(8)～(14)を満足するように構成されている。

【0030】(8) $-2.5 < F_1/F_5 < -0.3$

(9) $-2.8 < FG_1/FG_2 < -1.0$

(10) $0.2 < H/FG_2 < 0.75$

(11) $0.0 < A(1)$

(12) $0.0 < A(2)$

(13) $2.8 < \nu_4 < 3.2$

(14) $5.8 < \nu_7$

ここで、 F_1 : 第1レンズの焦点距離

F_5 : 第5レンズの焦点距離

FG_1 : 第1レンズ群の焦点距離

FG_2 : 第2レンズ群の焦点距離

H : 第2レンズ群拡大側の主点距離

A(1) : 第1レンズ拡大側の面の4次項の非球面係数

A(2) : 第1レンズ縮小側の面の4次項の非球面係数

ν_4 : 第4レンズアッベ数

ν_7 : 第7レンズアッベ数

【0031】これら各条件式(8)～(14)は以下の如き理由により規定されている。すなわち、条件式

(8)の上限、下限のどちらを越えても、第1レンズL₁と、第5レンズL₅の2つのプラスチックレンズのパワーのバランスがとれなくなるため、温度変化に伴う焦点位置変化や結像性能劣化が大きくなってしまう。また、条件式(9)の上限を越えると、第1レンズ群のパワーが強まり、第2レンズ群での光線高が上がり過ぎるため、収差補正が難しくなる。一方、下限を越えると、第1レンズ群のパワーが弱まり、縮小側レンズ面から焦点位置間の距離が短くなったり、第1レンズ群の拡大側レンズの径が大きくなってしまう。

【0032】また、条件式(10)は諸収差を補正しつつ、系の縮小側をテレセントリックな構成に保つもので、上限、下限のどちらを越えても収差補正が困難になる。

(9)

15

また、条件式(11)および(12)の下限を越えると、歪曲収差を補正することが難しくなる。また、条件式(13)の上限、下限どちらを越えても、倍率色収差と軸上色収差をバランス良く補正することが困難となる。さらに、条件式(14)の下限を越えると、倍率色収差が補正不足となる。なお、本実施例では、上述した条件式(8)～(14)は全て満足されており、各々の値は表8に示す如く設定されている。

	R	D	N	ν
1	3.8333	0.1776	1.4910	57.6
2	1.7461	0.5408		
3	3.0271	0.1421	1.6584	50.9
4	0.8925	0.8193		
5	4.6854	0.5037	1.8467	23.9
6	-1.4188	0.1527	1.7234	38.0
7	13.5067	0.9458		
8	-5.2799	0.2172	1.4910	57.6
9	-1.4198	0.0511		
10	-2.8135	0.1119	1.8467	23.9
11	2.5544	0.7217	1.4875	70.2
12	-1.5086	0.0102		
13	8.0709	0.6548	1.6204	60.3
14	-2.0473	0.3000		
15	∞	2.0724	1.5163	64.1
16	∞			

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7874×10^{-1}	-0.8802×10^{-8}	0.2835×10^{-9}	0.1097×10^{-9}
2	1.0000	0.5069×10^{-1}	0.1106×10^{-2}	-0.5143×10^{-9}	-0.4986×10^{-9}
8	1.0000	-0.6231×10^{-1}	0.1033×10^{-2}	-0.1516×10^{-9}	-0.1173×10^{-9}
9	1.0000	0.8155×10^{-1}	0.2384×10^{-2}	-0.9927×10^{-9}	-0.1218×10^{-9}

【0035】また、この実施例5におけるレンズのFナンバーおよび半面角 ω は各々2.53および 41.6° である。

【0036】<実施例6>実施例6のレトロフォーカス型レンズについて図6を用いて説明する。この実施例6のレンズは、上記実施例5のレンズとほぼ同様のレンズ構成とされているが、主として、第3レンズ L_3 と第4レンズ L_4 が互いに離れている点で上記実施例5のものとは異なっている。なお、前述した条件式(8)～(14)は全て満足されており、各々の値は表8に示す如く

16

*【0033】この実施例5における各レンズ面の曲率半径R(mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D(mm)、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッペ数 ν を下記表5に示す。なお、表5の下端に第1、2、8、9面の非球面係数A、B、C、Dおよび離心率Kを示す。

【0034】
【表5】

設定されている。

【0037】この実施例6における各レンズ面の曲率半径R(mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D(mm)、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッペ数 ν を下記表6に示す。なお、表6の下端に第1、2、8、9面の非球面係数A、B、C、Dおよび離心率Kを示す。

【0038】
【表6】

(10)

17	R	D	N	ν	18
1	3.1676	0.1776	1.4910	57.6	
2	1.6155	0.5773			
3	3.0673	0.1421	1.6584	50.9	
4	0.8942	0.8885			
5	4.8498	0.4934	1.8467	23.9	
6	-1.5527	0.0101			
7	-1.5618	0.1522	1.7234	38.0	
8	25.0867	0.8923			
9	-4.7638	0.2110	1.4910	57.6	
10	-1.4327	0.0507			
11	-2.7807	0.1116	1.8467	23.9	
12	2.4960	0.7034	1.4875	70.2	
13	-1.5183	0.0102			
14	7.7722	0.6479	1.6204	60.3	
15	-2.0092	0.3000			
16	∞	2.0724	1.5163	64.1	
17	∞				

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7756×10^{-1}	-0.8160×10^{-2}	0.3012×10^{-3}	0.9021×10^{-4}
2	1.0000	0.5268×10^{-1}	0.1110×10^{-1}	-0.5160×10^{-2}	-0.5014×10^{-2}
9	1.0000	-0.6232×10^{-1}	0.9885×10^{-2}	-0.1591×10^{-2}	-0.1204×10^{-2}
10	1.0000	0.8144×10^{-1}	0.2484×10^{-2}	-0.1000×10^{-2}	-0.1250×10^{-2}

【0039】また、この実施例6におけるレンズのFナンバーおよび半画角 ω は各々2.53および41.6°である。

【0040】<実施例7>実施例7のレトロフォーカス型レンズについて図7を用いて説明する。この実施例7のレンズは、上記実施例5のレンズとほぼ同様のレンズ構成とされている。なお、前述した条件式(8)～(14)は全て満足されており、各々の値は表8に示す如く

設定されている。この実施例7における各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D (mm)、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッペ数 ν を下記表7に示す。

【0041】

【表7】

(11)

19	R	D	N	ν	20
1	3.3989	0.1771	1.4910	57.6	
2	1.6556	0.5810			
3	3.2256	0.1414	1.6700	47.3	
4	0.9102	0.7181			
5	4.2475	0.5847	1.8467	23.9	
6	-1.2256	0.1521	1.7234	38.0	
7	18.4249	0.9450			
8	-1.9863	0.1895	1.4910	57.6	
9	-1.4260	0.0506			
10	-4.5689	0.1114	1.8467	23.9	
11	2.1266	0.7090	1.4875	70.2	
12	-1.4243	0.0101			
13	8.2610	0.6713	1.5891	61.2	
14	-1.9435	0.3000			
15	∞	2.0724	1.5169	64.1	
16	∞				

	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.7988×10^{-1}	-0.9591×10^{-2}	0.2912×10^{-2}	0.6819×10^{-4}
2	1.0000	0.5205×10^{-1}	0.1148×10^{-2}	-0.5489×10^{-2}	-0.5497×10^{-2}
8	1.0000	-0.6388×10^{-1}	0.1245×10^{-2}	-0.1782×10^{-2}	-0.1444×10^{-2}
9	1.0000	0.8392×10^{-1}	0.2201×10^{-2}	-0.1144×10^{-2}	-0.1602×10^{-2}

【0042】また、この実施例7におけるレンズのFナンバーおよび半画角 ω は各々2.53および41.5°である。なお、上記実施例1～7に対応させてその各収差図（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差の収差図）を各々図8～14に示す。なお、この収差図において ω は半画角を示す。これら図8～14から明らかなように、上述した各実施例によれば、前述した各収差を全て良好なものとすることができる。また、各球面収差図においてはd線、F線およびC線に対する収差が、また各倍率色収差図においてはd線に対するF線およびC線の収差が示されている。さらに、各非点収差図には、サジタル（S）像面およびタンジェンシャル

（T）像面に対する収差が示されている。

【0043】なお、本発明のレトロフォーカス型レンズとしては、上記実施例のものに限られるものではなく種々の態様の変更が可能であり、例えば各レンズの曲率Rおよびレンズ間隔（もしくはレンズ厚）Dを適宜変更することが可能である。なお、上記実施例においては、本発明レンズを結像レンズとして用いているが、本発明のレトロフォーカス型レンズの使用態様はこれに限られるものではなく投射型テレビの投影レンズ等として用いる場合にも同様の効果を得ることができる。

【0044】

【表8】

(12)

21
式の値

22

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	- 0. 5 8	- 1. 1 9	- 2. 1 5	- 1. 9 0
(2)	- 1. 7 4	- 2. 3 0	- 1. 9 4	- 1. 2 4
(3)	0. 5 8	0. 5 7	0. 5 7	0. 4 8
(4)	0.79×10^{-1}	0.78×10^{-1}	0.79×10^{-1}	0.79×10^{-1}
(5)	0.46×10^{-1}	0.54×10^{-1}	0.48×10^{-1}	0.46×10^{-1}
(6)	2 8. 9	2 5. 4	2 3. 9	2 3. 9
(7)	7 0. 2	7 0. 2	7 0. 2	7 0. 2
	実施例 5	実施例 6	実施例 7	
(8)	- 1. 8 2	- 1. 7 1	- 0. 7 4	
(9)	- 1. 6 5	- 1. 8 2	- 1. 9 2	
(10)	0. 5 9	0. 5 8	0. 6 0	
(11)	0.79×10^{-1}	0.78×10^{-1}	0.80×10^{-1}	
(12)	0.51×10^{-1}	0.53×10^{-1}	0.52×10^{-1}	
(13)	3 8. 0	3 8. 0	3 8. 0	
(14)	7 0. 2	7 0. 2	7 0. 2	

【0045】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明のレトロフォーカス型レンズによれば、所定のレンズのレンズ面を非球面とし、かつこのレンズをプラスチックで形成しつつも、歪曲収差等の収差の補正を良好とすることができ、さらに、プラスチックレンズの温度変化に伴う影響を抑制することができる。また、縮小側をテレセントリックな系とすることができ、特に液晶表示パネルを用いた投射型テレビ等の投影レンズで問題となる周辺光量の低下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係るレンズ基本構成を示す概略図

【図2】本発明の実施例2に係るレンズ基本構成を示す概略図

【図3】本発明の実施例3に係るレンズ基本構成を示す概略図

【図4】本発明の実施例4に係るレンズ基本構成を示す概略図

【図5】本発明の実施例5に係るレンズ基本構成を示す概略図

【図6】本発明の実施例6に係るレンズ基本構成を示す概略図

【図7】本発明の実施例7に係るレンズ基本構成を示す概略図

【図8】実施例1に係るレンズの各収差図

【図9】実施例2に係るレンズの各収差図

【図10】実施例3に係るレンズの各収差図

【図11】実施例4に係るレンズの各収差図

【図12】実施例5に係るレンズの各収差図

【図13】実施例6に係るレンズの各収差図

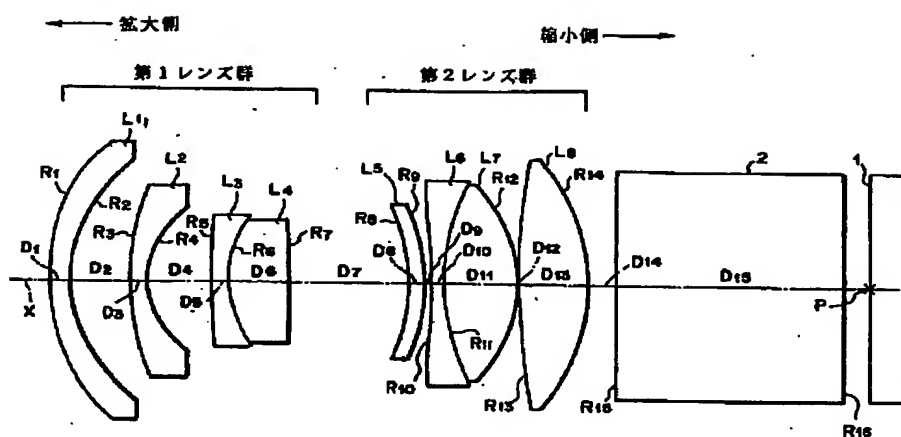
【図14】実施例7に係るレンズの各収差図

【符号の説明】

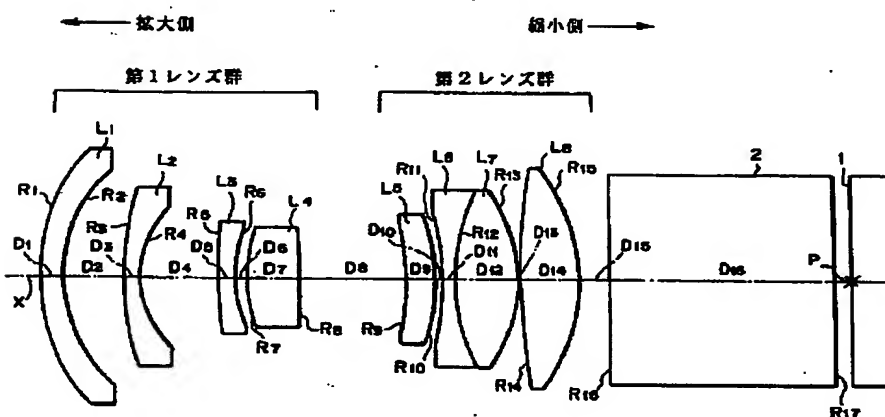
$L_1 \sim L_8$	レンズ
$R_1 \sim R_{16}$	レンズ面あるいはフィルタ面の曲率半径
$D_1 \sim D_{15}$	レンズ面間隔（レンズ厚）
X	光軸
P	結像位置
1	CCD結像面
2	赤外光カットフィルタ（ローパスフィルタ）

(13)

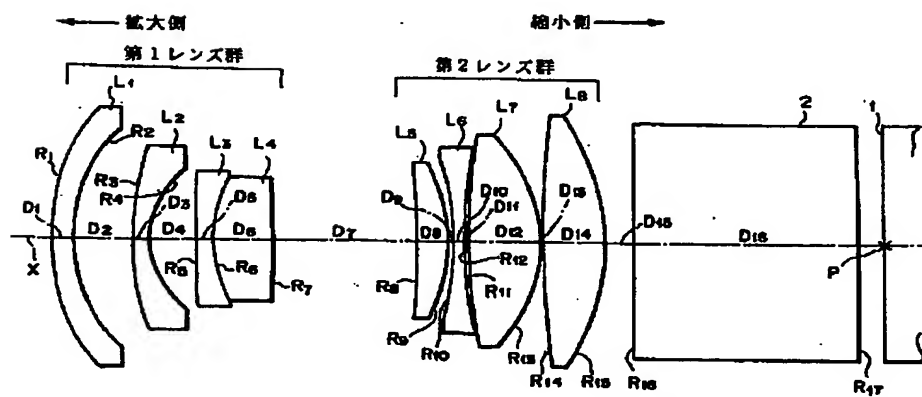
【図1】



【図2】

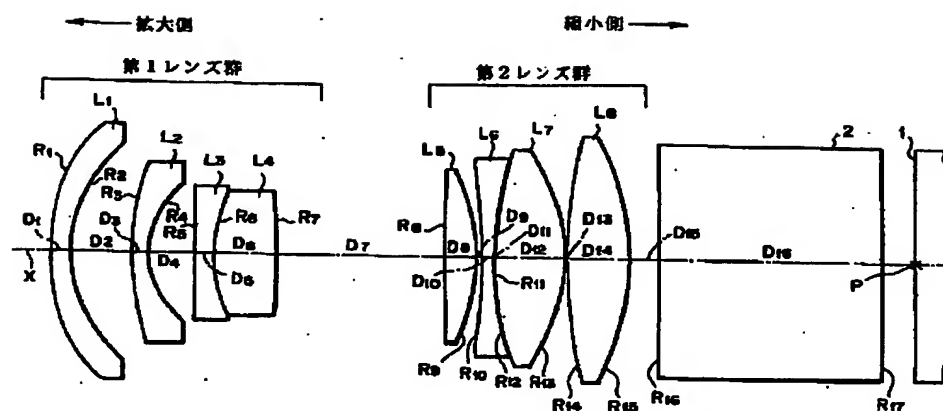


【図3】

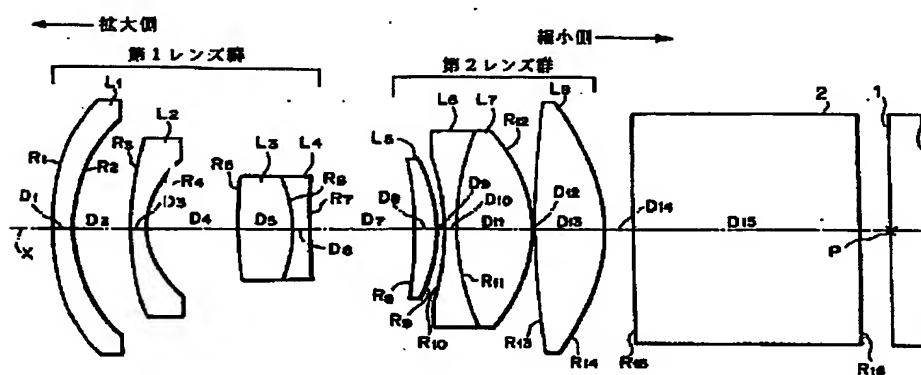


(14)

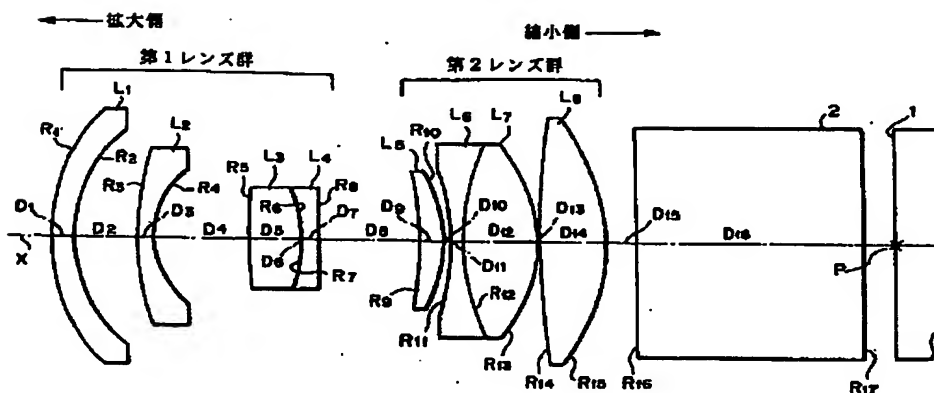
【図4】



【図5】

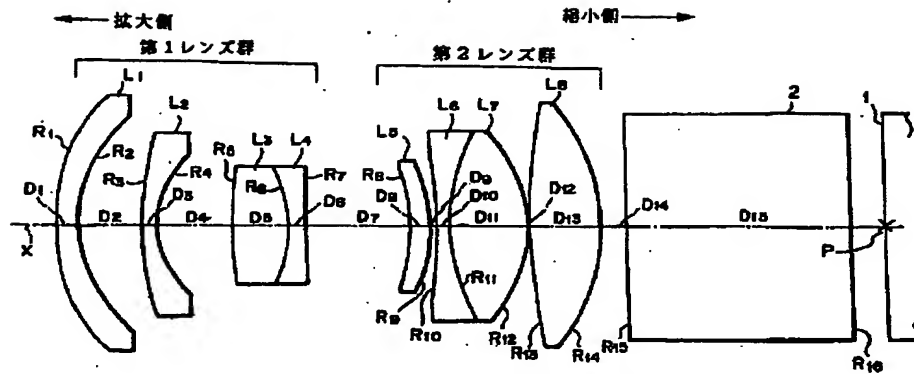


【図6】

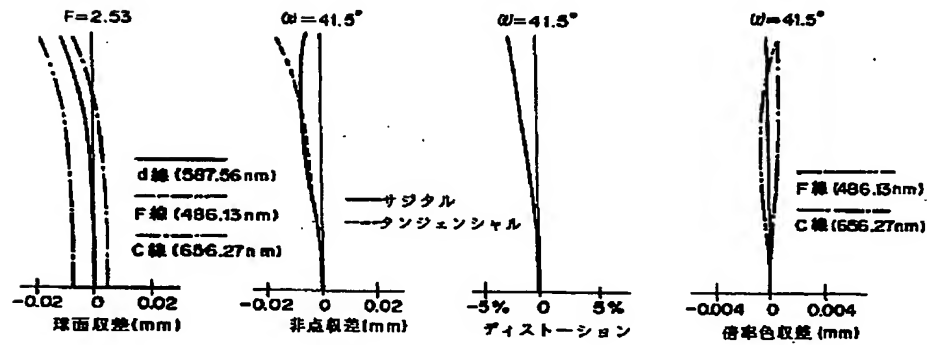


(15)

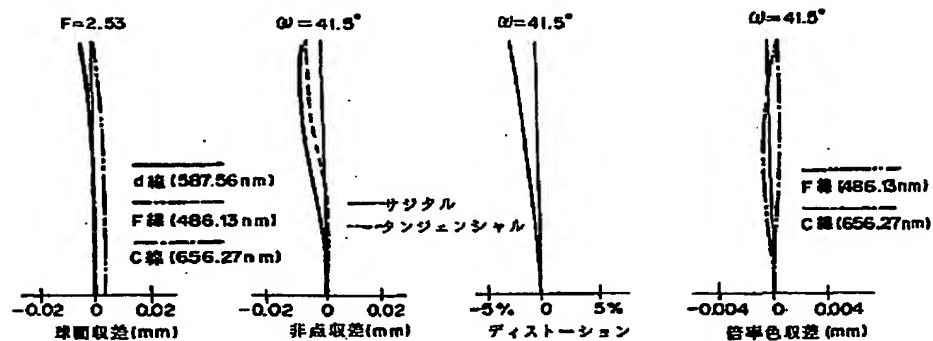
【図7】



【図8】

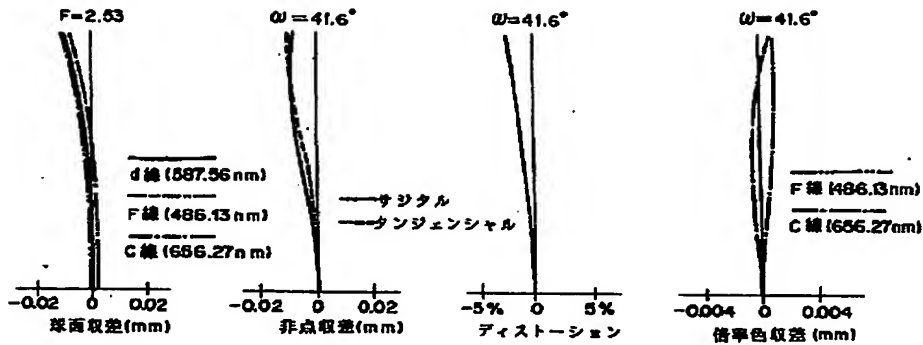


【図9】

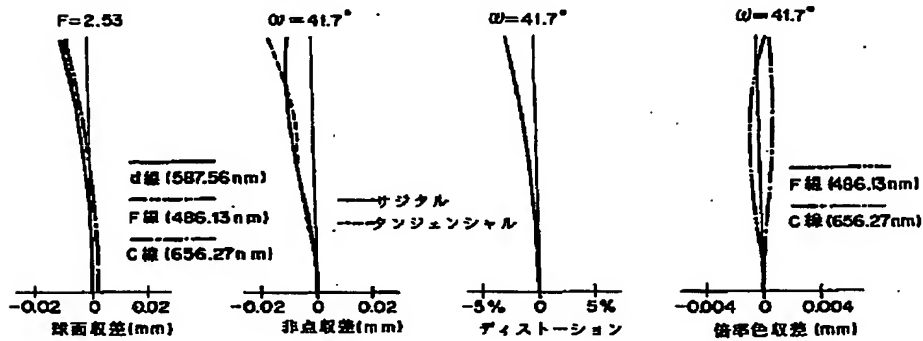


(16)

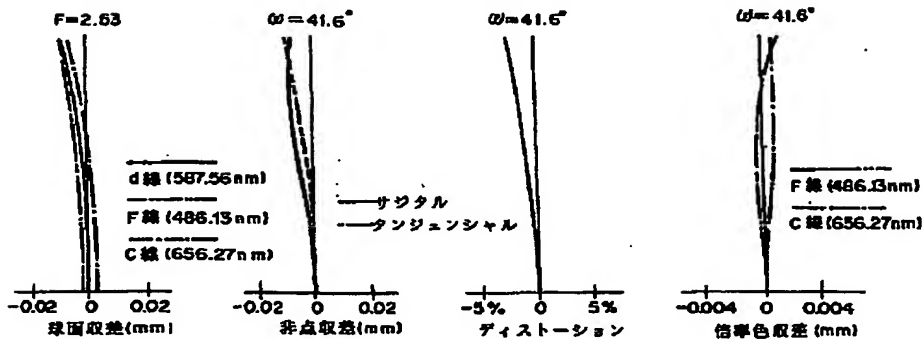
【図10】



【図11】

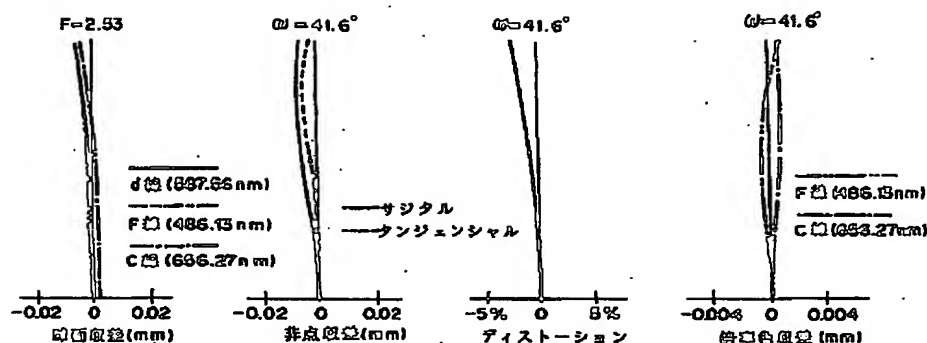


【図12】

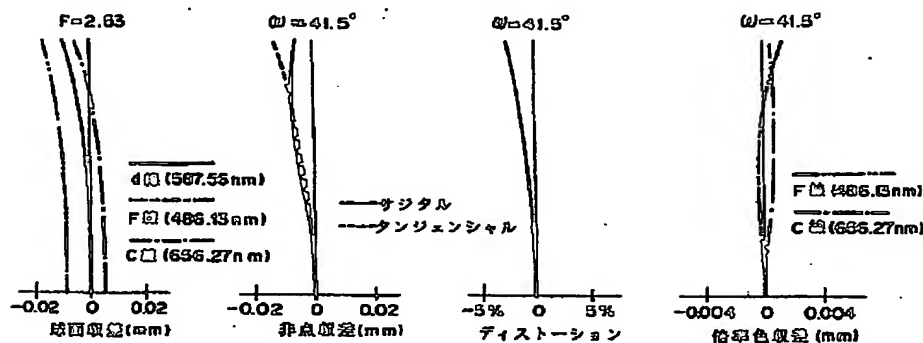


(17)

【図13】



【図14】



【手続補正書】

【提出日】平成7年10月17日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】ただし、この表1および後述する表2～7

$$Z = CR Y^2 / \{1 + (1 - KCR^2 Y^2)^{1/2}\} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} \quad (A)$$

ただし、Z：光軸からの高さYの非球面上の点より、非球面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ（mm）

C_R：非球面の近軸曲率（光軸上の曲率半径（R_i）の逆数）

において、各記号R、D、N、νに対応させた数字は拡大側から順次増加するようになっている。また、R₁、R₂、R₈、R₉は、下記式（A）により表される非球面であり、その光軸上の曲率半径については表1に示される値となっている。（以下に示す表2～7についても同じ）。

Y：光軸からの高さ（mm）

K：離心率

A、B、C、D：第4、6、8、10次の非球面係数
なお、表1の下段に第1、2、8、9面の非球面係数A、B、C、Dおよび離心率Kを示す。

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-305117

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

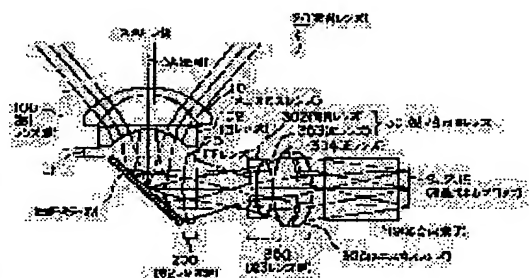
(51)Int.Cl. G02B 13/24
G02B 13/18(21)Application number : 10-115204 (71)Applicant : SONY CORP
(22)Date of filing : 24.04.1998 (72)Inventor : SUGANO YASUYUKI

(54) PROJECTION LENS AND METHOD FOR ADJUSTING FOCUS OF PROJECTION LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a projection lens having a wide angle, a short projection distance, a long back focus, and a telecentric property and capable of projecting light at high contrast, reducing various aberrations such as a distortion aberration and transforming an optical path inside.

SOLUTION: A 1st lens group 100 having negative refractive power and 2nd and 3rd lens groups 200, 300 having positive refractive power are successively arranged from the long conjugate side. When it is defined that a back focus is BF, the synthetic focal distance of the whole system is F, an air interval between the 1st and 2nd lens groups 100, 200 is GD1, the synthetic focal distance of the 1st lens group 100 is F1, the synthetic focal distance of the 2nd and 3rd lens groups 200, 300 is P23, and a center air face interval between the 2nd and 3rd lens groups 200, 300 is GD2, conditional inequalities $[2.8 < BF/F]$, $[3.0 < GD1/F < 4.50]$, $[0.40 < -F1/F23 < 0.48]$, and $[0.40 < GD2/F23 < 0.8]$ are satisfied. In this case, a focus is adjusted by moving the 1st lens group 100 along an optical axis OA.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] When the 3rd lens group which has both the aspheric surfaces as it is characterized by providing the following has been arranged While an optical-path conversion means for changing an optical path of the flux of light from the above-mentioned 1st lens group to [is inserted between the above-mentioned 1st lens group and the above-mentioned 2nd lens group, and] the above-mentioned 2nd lens group is established BF and a synthetic focal distance of the whole system for a back focus at the time of projector distance infinite distance F, A main air spacing of F23, the above-mentioned 2nd lens group, and the above-mentioned 3rd lens group is set [a main air spacing of the above-mentioned 1st lens group and the above-mentioned 2nd lens group / a synthetic focal distance of GD1 and the above-mentioned 1st lens group] to GD2 for a synthetic focal distance of F1, the above-mentioned 2nd lens group, and the above-mentioned 3rd lens group. $2.8 \cdots < \cdots BF/F3.0 < GD1/F < 4.500.40 \cdots < \cdots F1/F23 < 0.480.40 \cdots < \cdots GD2/F23 < 0.8 \cdots$ a projector lens characterized by satisfying conditional expression The 1st lens group which has the aspheric surface while applying to a short conjugation side from a long conjugation side and having negative refractive power in order The 2nd lens group which separates main biggest air spacing among the whole system, and it is made to have positive refractive power, is equipped with at least one positive lens, and is formed Positive refractive power

[Claim 2] At least, while the above-mentioned 3rd lens group is equipped with a lamination lens and a positive lens and making it have an aspheric lens in shortest conjugation side A synthetic focal distance of the above-mentioned 3rd lens group A synthetic focal distance of an aspheric lens of F32 and the above-mentioned 3rd lens group is set [a synthetic focal distance of a lamination lens of F3 and the above-mentioned 3rd lens group / a synthetic focal distance of a positive lens of F31 and the above-mentioned 3rd lens group] to FP33 for a synthetic focal distance of a positive lens and an aspheric lens of FP32 and the above-mentioned 3rd lens group. $1.00 < F31/F3 \cdots < \cdots 2.500.9 < FP32/F3 \cdots < \cdots 1.402.00 < FP33/F32 \cdots$ a projector lens according to claim 1 characterized by satisfying conditional expression.

[Claim 3] It is formed with a negative lens and a positive lens, lamination covering [of the above-mentioned 3rd lens group] it in the direction of a long conjugation side to a short conjugation side. A refractive index of a negative lens which forms a lamination lens of the above-mentioned 3rd lens group N3N, A refractive index of a positive lens which forms a lamination lens of the above-mentioned 3rd lens group N3P, The Abbe number of a negative lens which forms a lamination lens of V3P and the

above-mentioned 3rd lens group for the Abbe number of a positive lens which forms a lamination lens of the above-mentioned 3rd lens group is set to $V3N$. A projector lens according to claim 1 characterized by satisfying conditional expression which becomes $N3 \cdot N - N3P > 0.15V \cdot 3P - V3 \cdot N > 27$.

[Claim 4] The above-mentioned optical-path conversion means is a projector lens according to claim 1 characterized by being prepared along a long side of a two-dimensional image display element which should be put on a focal location of the projector lens whole system concerned as an optical path is bent.

[Claim 5] The above-mentioned optical-path conversion means is a projector lens according to claim 1 characterized by being prepared along with a shorter side of a two-dimensional image display element put on a focal location of the projector lens whole system concerned as an optical path is bent.

[Claim 6] The above-mentioned optical-path conversion means is a projector lens according to claim 1 characterized by being constituted by mirror which carries out total reflection only of a P wave or the S wave.

[Claim 7] The above-mentioned optical-path conversion means is a projector lens according to claim 1 characterized by being constituted by prism which carries out total reflection only of a P wave or the S wave.

[Claim 8] When the 3rd lens group which has both the aspheric surfaces as it is characterized by providing the following has been arranged While an optical-path conversion means for changing an optical path of the flux of light which is inserted between the above-mentioned 1st lens group and the above-mentioned 2nd lens group, and should result in the above-mentioned 2nd lens group from the above-mentioned 1st lens group is established BF and a synthetic focal distance of the whole system for a back focus at the time of projector distance infinite distance F, A main air spacing of F23, the above-mentioned 2nd lens group, and the above-mentioned 3rd lens group is set [a main air spacing of the above-mentioned 1st lens group and the above-mentioned 2nd lens group / a synthetic focal distance of GD1 and the above-mentioned 1st lens group] to GD2 for a synthetic focal distance of F1, the above-mentioned 2nd lens group, and the 3rd lens group. $2.8 \leq BF/F3.0 < GD1/F < 4.500.40 \leq F1/F23 < 0.480.40 \leq GD2/F23 < 0.8$ as the focus control method of a projector lens of satisfying conditional expression A focus control method of a projector lens characterized by adjusting a focal location by the side of long conjugation of the above-mentioned projector lens by moving the above-mentioned 1st lens group along an optical-axis top The 1st lens group which has the aspheric surface while applying to a short conjugation side from a long conjugation side and having negative refractive power in order The 2nd lens group which separates main biggest air spacing among the whole system, and it is made to have positive refractive power, is equipped with at least one positive lens, and is formed Positive refractive power

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention is applied to the projector lens with which is concerned with a projector lens, for example, the projection equipment of a projection display etc. is equipped, and let it be a suitable thing.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the projection display has spread widely. The so-called back projection type which displays by projecting image light from the back side to the screen of a transparency mold as one of such the projection displays of projection display is known.

[0003] The flux of light which collimated the light of the source of the white light by the reflector etc. is decomposed into the flux of light of three colors of red, green, and blue by the color-separation mirror by the above projection displays of a back projection mold, for example. And ON light of the flux of light of the three above-mentioned color is carried out to the 2-dimensional each image display element (for example, LCD; Liquid Crystal Display) formed according to red, green, and a blue (R, G, B) image electrical signal. Color composition is carried out white in color composition optical system, and amplification projection of the **** obtained on the 2-dimensional each image display element corresponding to these red, green, and blue is carried out on the screen of a transparency mold through a projector lens.

[0004] In addition, in consideration of the limit by the quick return mirror etc., many photographic lenses of the wide angle system for single-lens reflex cameras with a long back focus and wide angle projector lenses for projection TV by CRT (Cathode Ray Tube) are also proposed as a lens of the same configuration.

[0005] Moreover, in the lens system which forms a projector lens, the structure of changing 90 degrees of optical paths may be taken as a projection display. By this, the orientation of the case of the projection device in a projection display and the installation direction of the various optical elements from the color separation inside a projection device to color composition are changed, or it becomes possible further to miniaturize the various above-mentioned optical elements, and it becomes possible to attain the miniaturization of a projection display.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the configuration of the above projection displays, the so-called back focus which is equivalent to the distance from a two-dimensional image display element to [from the limit on the need of arranging optical elements such as a dichroic prism or a dichroic mirror,]

the last edge of a projector lens as color composition optical system must be secured for a long time.

[0007] Moreover, as a projection display, when forming an amplification image in the whole screen of a transparency mold with one projection device, it is necessary to shorten projector distance (for example, main beam-of-light length from the outgoing radiation edge of a projector lens to a transparency mold screen through a mirror) for miniaturization of the projection display itself. For that purpose, it is necessary to wide-angle-ize a projector lens, to enlarge the angle of divergence of outgoing radiation light, and to obtain a big screen.

[0008] Moreover, a two-dimensional image display element is made to penetrate the light which results from the light source, and in order to carry out amplification projection of the image on a two-dimensional image display element by high contrast at a screen, the flux of light injected at a vertically near angle must be used from a two-dimensional image display element. Moreover, in order to lose the color nonuniformity on the screen with which it is projected on image light few, the one where the beam-of-light angle width of face which hits the coat side of the dichroic prism used for color composition optical system or a dichroic mirror is more fixed is good.

[0009] Therefore, it is necessary to have tele cent rucksack nature so that the chief ray besides the shaft of a projector lens may become vertical to a two-dimensional image display element, but since the two-dimensional image display element itself has the high direction of contrast only in the one direction in this case to a lens being symmetrical to the optical axis passing through a two-dimensional image display element center, it is necessary to attach an angle to the flux of light itself irradiated by the two-dimensional image display element.

[0010] Moreover, although display devices, such as LCD, are usually adopted as a two-dimensional image display element, since LCD is driven using a matrix electrode, it is difficult [it] to amend distortion of a projector lens unlike the case where CRT is used. That is, although it will become possible to amend distortion of a projector lens by using the amendment function of raster configurations, such as spool distortion amendment, comparatively easily if it is the case of CRT, in the display device to which a dot-matrix display is performed like LCD, distortion amendment of such a raster is not usually performed. If it carries out from the above situations, the thing small as much as possible of the distortion aberration of a projector lens is desirable. However, this serves as a failure to obtaining wide-angle-izing and the long back focus of a projector lens. That is, as a projector lens, after securing wide-angle-izing and a long back focus, if tele cent rucksack nature is given, a lens overall length becomes long or it turns out that it has the inclination for the diameter of a lens etc. to become large.

[0011] Moreover, the photographic lens of the wide angle system for single-lens reflex cameras and the projector lens of the back focus for projection TV by CRT are inadequate, and since the incident angle and the angle of emergence of an axial outdoor daylight bunch are tight, the actual condition is that there is no tele cent rucksack nature and the quantity of light has also decreased.

[0012] Moreover, if the so-called whole delivery method which obtains a focus location by adjusting the relative distance of the projector lens whole [for example,] and a screen as a method of focus control in the case of the projection display which takes the configuration which changes an optical path within a projector lens is adopted, since the image center on a screen will shift, it turns out that it is not suitable. Therefore, in such a projection display, the technique for suitable focus control other than a whole delivery method needs to be taken.

[0013]

[Means for Solving the Problem] Then, in order that this invention may solve the above-mentioned technical problem, it has a long back focus, the big amount of axial outdoor daylight, and tele cent rucksack nature with an extensive field angle and short projector distance as a projector lens with which optical-path conversion is performed into the system, and aims at moreover a small thing of distortion aberration or many aberration being obtained. Moreover, it aims at focus control which suited when optical-path conversion was performed into a system of a projector lens being made to be performed.

[0014] For this reason, the 1st lens group which has the aspheric surface while applying to a short conjugation side from a long conjugation side and having negative refractive power in order, When the 2nd lens group which separates main biggest air spacing among the whole system, and it is made to have positive refractive power, is equipped with at least one positive lens, and is formed, and the 3rd lens group which has the aspheric surface while having positive refractive power have been arranged It is inserted between the 1st lens group and the 2nd lens group, an optical-path conversion means for changing an optical path of the flux of light which should result in the above-mentioned 2nd lens group from the above-mentioned 1st lens group is established, and a projector lens is formed. BF and a synthetic focal distance of the whole system for a back focus at the time of projector distance infinite distance And F, A main air spacing of F23, the above-mentioned 2nd lens group, and the above-mentioned 3rd lens group is set [a main air spacing of the above-mentioned 1st lens group and the above-mentioned 2nd lens group / a synthetic focal distance of GD1 and the above-mentioned 1st lens group] to GD2 for a synthetic focal distance of F1, the above-mentioned 2nd lens group, and the 3rd lens group. $2.8 \cdots < \cdots BF/F3.0 < GD1/F < 4.500.40 \cdots < \cdots F1/F23 < 0.480.40 \cdots < \cdots GD2/F23 < 0.8 \cdots$ we decided to constitute so that conditional expression may be satisfied.

[0015] After this secures an air gap which can arrange an optical-path conversion means between the 1st lens group and the 2nd lens group, a lens configuration of a reverse looking-far mold will be obtained as a long wide angle lens of a back focus. Moreover, it is made to be obtained with being constituted so that a chief ray outside a shaft may be injected in a high location of the 3rd lens group in a field of 2-dimensional image display elements, such as a liquid crystal panel, in the TERESSEN rucksack nature of a chief ray outside a shaft which carries out incidence.

[0016] And while the 3rd lens group is equipped with a lamination lens and a positive lens at least and making it have an aspheric lens in shortest conjugation side under the above-mentioned configuration A synthetic focal distance of this 3rd lens group A synthetic focal distance of an aspheric lens of F32 and the 3rd lens group is set [a synthetic focal distance of a lamination lens of F3 and the 3rd lens group / a synthetic focal distance of a positive lens of the F31 3rd lens group] to FP33 for a synthetic focal distance of a positive lens and an aspheric lens of FP32 and the 3rd lens group. $1.00 < F31/F3 \cdots < \cdots 2.500.9 < FP32/F3 \cdots < \cdots 1.402.00 < FP33/F32 \cdots$ we decided to constitute so that conditional expression may be satisfied. Balance of refractive power of a positive lens which forms a lamination lens in the 3rd lens group, balance of refractive power of a positive lens in the 3rd lens group, and balance of refractive power of ***** in the 3rd lens group are specified by this, and it becomes possible to acquire an amendment condition of many good aberration.

[0017] Moreover, after forming with a negative lens and a positive lens, having covered a lamination lens of the 3rd lens group in the direction of a long conjugation side to a short conjugation side A refractive index of a negative lens which forms a lamination lens of the 3rd lens group N3N, A refractive index of a positive lens which forms a lamination lens of the 3rd lens group N3P, The Abbe number of a negative

lens which forms a lamination lens of V3P and the 3rd lens group for the Abbe number of a positive lens which forms a lamination lens of the 3rd lens group is set to V3N. With constituting so that conditional expression which becomes $N3N \cdot N3P > 0.15V$ $3P - V3 \cdot N > 27$ may be satisfied, suitable color correction becomes possible, after acquiring a value proper as a refractive index of a lamination lens in the 3rd lens group.

[0018] moreover, a thing for which it is established along with a shorter side of a two-dimensional image display element as an optical path is bent or it establishes it about the above-mentioned optical-path conversion means along a long side of a two-dimensional image display element which should be put on a focal location of the projector lens whole system concerned, as an optical path is bent -- for example, it becomes possible to change setting out of orientation in a projection display of a projection device equipped with the projector lens concerned.

[0019] moreover, a thing which a mirror which carries out total reflection only of a P wave or the S wave, or prism constitutes as an optical-path conversion means -- for example, in a projection device equipped with the projector lens concerned, it becomes possible to correspond by low cost to a case where a configuration treating the flux of light of plane of polarization of either a P wave or an S wave is taken.

[0020] Moreover, the 1st lens group which has the aspheric surface while applying to a short conjugation side from a long conjugation side and having negative refractive power in order, When the 2nd lens group which separates main biggest air spacing among the whole system, and it is made to have positive refractive power, is equipped with at least one positive lens, and is formed, and the 3rd lens group which has the aspheric surface while having positive refractive power have been arranged It is inserted between the 1st lens group and the 2nd lens group, and an optical-path conversion means for changing an optical path of the flux of light which should result in the above-mentioned 2nd lens group from the above-mentioned 1st lens group is established. BF and a synthetic focal distance of the whole system for a back focus at the time of projector distance infinite distance F, A main air spacing of F23, the above-mentioned 2nd lens group, and the above-mentioned 3rd lens group is set [a main air spacing of the above-mentioned 1st lens group and the above-mentioned 2nd lens group / a synthetic focal distance of GD1 and the above-mentioned 1st lens group] to GD2 for a synthetic focal distance of F1, the above-mentioned 2nd lens group, and the 3rd lens group. $2.8 \leq BF/F3.0 < GD1/F < 4.500.40 \leq F1/F23 < 0.480.40 \leq GD2/F23 < 0.8$ -- as the focus control method of a projector lens of satisfying conditional expression By moving the 1st lens group along an optical-axis top, we decided to be made to adjust a focal location by the side of long conjugation of a projector lens. That is, by adjustment method of this invention, focus control of the flux of light which carries out image formation on a screen arranged at a long conjugation side, for example by lens group which the flux of light after an optical path was changed by optical-path conversion means passes is made to be performed.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, suppose that the projector lens of the gestalt of operation of this invention is explained. The projector lens of the gestalt of this operation is explained as that with which the projection device of the projection display of the back projection mold which adopted LCD as a two-dimensional image display element is equipped.

[0022] In addition, suppose that subsequent explanation is given in the following order.

1. Internal Configuration of Configuration 1-1. Whole Configuration 1-2. Projection Device of Projection Display (1st Example)

1-3. Internal Configuration of Projection Device (2nd Example)

1-4. Internal Configuration of Projection Device (3rd Example)

2. Arrangement Structure 2-2. Conditional-Expression 2-3. Focus Control 2-4. Numeric-Value Operation Gestalt of Configuration 2-1. Lens of Projector Lens [0023] Etc. 1. whole configuration 1-1. **** of a projection display -- explain a whole configuration to the projection display which carries the projection device equipped with the projector lens of the gestalt of this operation first, and may be constituted.

[0024] Drawing 1 (a) and (b) are the side elevation showing an example of such a whole projection display configuration, and front view. In the projection indicating equipment 500 shown in these drawings, the ups-and-downs mirror 504 is formed in the back of the cabinet 501, and the screen 21 of a transparency mold is formed in the front face of cabinet 501 **. The ups-and-downs mirror 504 has the angle which reflects the image light on which it was projected from the projection device 502 explained below, and can be projected on a screen 504, and is attached.

[0025] A projection device 502 is carried out as shown in drawing, and it is installed by the bottom in a cabinet 501. In the cabinet 503 of a projection device 502, optics, such as the light source mentioned later, a dichroic mirror, a liquid crystal panel block, and a dichroic prism (photosynthesis element), are arranged, and the flux of light as an image light is acquired by these actuation. The flux of light as an image light obtained here is projected with a projector lens 20, and outgoing radiation is carried out as incident light 600. Moreover, in the gestalt of this operation, the ups-and-downs mirror M for changing an optical path in the optical path of the lens system which forms a projector lens 20 is arranged. By this, with the gestalt of this operation, the flux of light as an image light will be bent within a projector lens 20.

[0026] In such a projection display 500 of structure, as incident light 600 is irradiated to the ups-and-downs mirror 504, it turns outgoing radiation from a projector lens 20 upward. And the optical path will be bent by the ups-and-downs mirror 504, and the incident light 600 by which outgoing radiation was carried out from the projector lens 20 will be irradiated to a screen 21. The amplification image obtained by the incident light on which it was projected from the projector lens 20 will be displayed on a screen 21. For example, an appreciation person is made to have a display image appreciated by regarding a screen 21 as the projector lens 20 being arranged from the direction of reverse.

[0027] As it is shown in drawing 1, the technique of changing an optical path in a projector lens 20 is adopted mainly in order to attain the miniaturization of the cabinet 501 of the projection indicating equipment 500. He is trying to change upward 90 degrees of optical paths of the flux of light as an image light which was got blocked, for example, was obtained within the cabinet 503 of a projection device 502 when it was the case of drawing 1 in a projector lens 20. Thereby, as cabinet 503 the very thing of a projection device 502 is shown in drawing 1, while a condition common [every] (it becomes slanting so that drawing 1 (a) may show actually, and incident light 600 may be irradiated by the ups-and-downs mirror 504 proper) is acquired mostly, it enables it to install in it, as the transverse plane (near side in which the projection device 502 is attached)/back of a cabinet 503 counter the side of the cabinet 501 of the projection indicating equipment 500. Thereby, as compared with the case where an optical path is not changed with a projector lens 20, it becomes possible to make small depth D of the cabinet 501 of the projection indicating equipment 500. Moreover, since the space of the portion below the screen 21 in the cabinet 501 of the projection indicating equipment 500 will also be small and will end, it becomes possible [height H of a cabinet 501] to make it small.

[0028] In addition, as a projection indicating equipment with which this invention may be adopted, it is

not limited to the configuration shown in above-mentioned drawing 1 , and the installation mode of the projection device in the cabinet of a projection indicating equipment etc. may be suitably changed by the optical-path conversion direction in the projector lens of a projection device etc.

[0029] 1-2. Internal Configuration of Projection Device (1st Example)

Then, the internal configuration of the projection device 502 shown in above-mentioned drawing 1 is explained with reference to drawing 2 . Drawing 2 shows the internal structure as the 1st example notionally as a projection device 502 which may carry the projector lens of the gestalt of this operation. Parts other than screen 21 have a projection device 502 formed here. In addition, although the ups-and-downs mirror 504 is formed between a projector lens 20 and a screen 21 and an optical path is changed by the ups-and-downs mirror M in a projector lens 20 as structure of a projection display with the gestalt of this operation as shown in drawing 1 Here, both graphic displays with the ups-and-downs mirror 504 in drawing 2 and the projector lens 20 of the structure corresponding to optical-path conversion are omitted for the sake of the convenience for the purpose of explanation of the internal configuration of a projection device 502.

[0030] As a projection device 502 shown in drawing 2 , the lamp 1 as the light source which consists, for example of a metal halide lamp etc. is arranged in the focal location of a reflector 2 (parabolic mirror). The light irradiated from the lamp 1 is collimated so that it may be reflected by the reflector 2 and may become almost parallel to an optical axis, and outgoing radiation is carried out from opening of a reflector 2. The unnecessary beam of light of an infrared region and an ultraviolet region will be intercepted by the IR-UV cut-off filter 3 among the light by which outgoing radiation was carried out from opening of the above-mentioned reflector 2, and it will be led to the various optical elements matched for the latter part only with the beam of light effective in a display.

[0031] The multi-lens array 5 is allotted to the latter part of the IR-UV cut-off filter 3 following the multi-lens array 4. In this case, he is trying for the multi-lens array 4 to have the flat tip configuration arranged in the shape of a hound's-tooth check after two or more convex lenses with the appearance which carried out the analog equal to the aspect ratio of the effective opening of each liquid crystal panel block which is a light modulation means to mention later had shifted that phase 1/2, for example. Let the multi-lens array 5 be the planoconvex mold with which two or more convex lens 5a is formed in the side which counters the convex lens of the above-mentioned multi-lens array 4. It is made to glare [the flux of light which passed the IR-UV cut-off filter 3] efficiently at the effective opening of the liquid crystal panel block later mentioned to homogeneity by arranging these multi-lens array 4 and the multi-lens array 5.

[0032] Between the multi-lens array 5 and the effective opening of a liquid crystal panel block, in the flux of light from a lamp 1, red and in order to decompose green and blue, dichroic mirrors 6 and 10 are arranged. The red flux of light R is first reflected with a dichroic mirror 6, and the green flux of light G and the blue flux of light B are made to penetrate in the example shown in this drawing. The flux of light R of the red reflected with this dichroic mirror 6 can bend 90 degrees of travelling directions by the mirror 7, and is led to the condenser lens 8 before the liquid crystal panel block 9 for red.

[0033] On the other hand, the green and blue flux of lights G and B which penetrated the dichroic mirror 6 will be separated by the dichroic mirror 10. That is, it is reflected, and the green flux of light G can bend 90 degrees of travelling directions, and is led to the condenser lens 11 in front of the green liquid crystal panel 12 of **. And the blue flux of light B penetrates a dichroic mirror 10, goes straight on, and is led to the condenser lens 17 in front of the blue liquid crystal panel 18 of ** through a relay lens 13, a mirror 14,

the relay lens 15 for reversal, and a mirror 16.

[0034] Thus, red and each green and blue flux of lights R, G, and B pass each condenser lenses 8, 11, and 17, and incidence is carried out to the liquid crystal panel blocks 9, 12, and 18 for each colors. In the liquid crystal panel blocks 9, 12, and 18 of each [these] color, while having a liquid crystal panel, the incidence side polarizing plate for arranging the polarization direction of the light which carried out incidence to the preceding paragraph of a liquid crystal panel in the fixed direction is prepared, respectively. Moreover, the so-called analyzer which penetrates only the light which has the predetermined plane of polarization of the light which carried out outgoing radiation in the latter part of a liquid crystal panel is arranged, and luminous intensity is modulated with the voltage of the circuit which drives liquid crystal.

[0035] Generally, in order to use the property of dichroic mirrors 6 and 10 effectively, the echo of P plane of polarization and the transparency property are used. Therefore, the above-mentioned incidence side polarizing plate in each liquid crystal panel blocks 9 and 12 and 18 is arranged so that plane of polarization parallel in the space of drawing 1 may be penetrated. Moreover, as for each liquid crystal panel which constitutes the liquid crystal panel blocks 9, 12, and 18, TN mold is used, and the actuation is constituted as for example, the so-called Nor Marie White mold, and the analyzer is arranged so that a polarization light vertical to the space of drawing 1 may be penetrated.

[0036] And incidence of the flux of light of each color by which light modulation was carried out is carried out to each field illustrated in the photosynthesis element (crossing dichroic prism) 19 with the liquid crystal panel blocks 9, 12, and 18. The reflective films 19a and 19b are together put to the prism of a predetermined configuration, and this photosynthesis element changes. It is reflected by reflective film 19a, and the blue flux of light B is reflected by reflective film 19b, and incidence of the flux of light R of the red in the photosynthesis element 19 is carried out to a projector lens 20. And as the green flux of light G goes straight on and penetrates the inside of the photosynthesis element 19, incidence is carried out to a projector lens 20. By this, after having been compounded by the one flux of light, incidence of each flux of lights R, G, and B will be carried out to a projector lens 20.

[0037] In a projector lens 20, the flux of light by which incidence was carried out will be changed into incident light from the photosynthesis element 19, for example, it will project to the screen 21 of a transparency mold. In addition, with the gestalt of this operation, after an optical path is actually reflected in a projector lens 20 by the ups-and-downs mirror 504 which is changed 90 degrees and prepared in a projection display the back, projection of the flux of light is performed to a screen 21.

[0038] 1-3. Internal Configuration of Projection Device (2nd Example)

Drawing 3 shows notionally the internal structure as the 2nd example of a projection device 502 which may carry the projector lens 20 of the gestalt of this operation. In addition, in this drawing, the same sign is given to the same portion as drawing 2, and explanation is omitted.

[0039] In this case, he reflects the flux of light B by dichroic mirror 6A of the latter part of the multi-lens array 5, and is trying to pass the flux of light R and the flux of light G. It is reflected by mirror 7A, and further, after the flux of light B reflected by dichroic mirror 6A passes condenser-lens 8A and light modulation is carried out through liquid crystal panel block 9A for blue, incidence of it is carried out to photosynthesis element 19A from the direction to illustrate.

[0040] Incidence of the flux of light R which passed dichroic mirror 6A, and the flux of light G is carried out to dichroic mirror 10A of the latter part. In this case, he reflects the flux of light R and is trying to pass the flux of light G in dichroic mirror 10A. After the flux of light R reflected by dichroic mirror 10A

passes condenser-lens 11A and light modulation is carried out through liquid crystal panel block 12A for red, incidence of it is carried out to photosynthesis element 19A from the direction to illustrate. The flux of light G which passed dichroic mirror 10A reaches condenser-lens 17A through relay lens 13A, mirror 14A, relay lens 15 for reversal A, and mirror 16A. And after passing condenser-lens 17A and carrying out light modulation through liquid crystal panel block 18A for green, incidence is carried out to photosynthesis element 19A from the direction to illustrate.

[0041] To the prism of a predetermined configuration, reflective film 19 A-a and 19 A-b are put together, and photosynthesis element 19A also changes. Among the flux of lights of each color by which incidence was carried out to this photosynthesis element 19A, it is reflected in reflective film 19 A-b, and incidence of the flux of light B is carried out to a projector lens 20, it is reflected in reflective film 19 A-a, and incidence of the flux of light G is carried out to a projector lens 20. Moreover, it passes so that photosynthesis element 19A may be gone straight on, and incidence of the flux of light R is carried out to a projector lens 20. Consequently, each flux of lights R, G, and B will be compounded by the one flux of light, and incidence will be carried out to a projector lens 20.

[0042] 1-4. Internal Configuration of Projection Device (3rd Example)

Drawing 4 shows notionally the internal structure as the 3rd example of a projection display which may carry the projector lens of the gestalt of this operation. In addition, in this drawing, the same sign is given to the same portion as drawing 2 and drawing 3, and explanation is omitted.

[0043] In this case, he reflects the flux of light G by dichroic mirror 6B, and is trying to pass the flux of light R and the flux of light B. After the flux of light G reflected by dichroic mirror 6B minds mirror 7B, condenser-lens 8B, and liquid crystal panel block 9B for green, incidence of it is carried out to photosynthesis element 19B from the direction to illustrate.

[0044] The flux of light R is reflected and the flux of light B is made to be passed by incidence of the flux of light R which passed dichroic mirror 6B, and the flux of light B being carried out to dichroic mirror 10B. Incidence of the flux of light R reflected in this dichroic mirror 10B is carried out to photosynthesis element 19B from the direction to illustrate through condenser-lens 11B and liquid crystal panel block 12B for red. Incidence of the flux of light B which passed dichroic mirror 10B is carried out to photosynthesis element 19B from the direction to illustrate through relay lens 13B, mirror 14B, relay lens 15 for reversal B, mirror 16B, condenser-lens 17B, and liquid crystal panel block 18B for blue one by one.

[0045] To the prism of a predetermined configuration, reflective film 19 B-a and 19 B-b are put together, and photosynthesis element 19B also changes. Here, among the flux of lights of each color by which incidence was carried out to photosynthesis element 19B, the flux of light G will be reflected in reflective film 19 B-a, the flux of light B is reflected in reflective film 19 B-b, it is passing so that photosynthesis element 19B's may be gone straight on, and incidence will be carried out [the flux of light R turns into the one flux of light, and] to a projector lens 20.

[0046] As mentioned above, although three examples were given and the projection device as a gestalt of this operation was explained, these are examples to the last and, otherwise, are various idea **** things as an internal configuration of the projection display which may carry the projector lens of the gestalt of this operation.

[0047] 2. Explain the projector lens as the arrangement structure of the configuration 2-1. lens of a projector lens, then a gestalt of this operation. Here, suppose that it explains as a projector lens of the

gestalt of operation of this invention after mentioning the 1st, the 2nd, and the gestalt of the 3rd operation. The projector lens as a gestalt of these [1st] - the 3rd operation is adopted as a projector lens 20 in the projection display shown in above-mentioned drawing 1 - drawing 3 .

[0048] First, lens structure common to the projector lens 20 as a gestalt of the 1st - the 3rd operation is explained with reference to drawing 5 . Drawing 5 is the lens cross section showing notionally the 1st, the 2nd, and the arrangement structure of the lens of the projector lens 20 as a gestalt of the 3rd operation. In these drawings, the upper left side (on a meniscus lens 101) of drawing is made into a screen 21 side (long conjugation side), and right-hand side is made into a liquid crystal panel block and photosynthesis element side (short conjugation side).

[0049] As a projector lens 20 shown in this drawing, it applies to a short conjugation side from a long conjugation side, and the 1st lens group 100, the 2nd lens group 200, and the 3rd lens group 300 are arranged in order, and change. And the ups-and-downs mirror M is formed to between the 1st lens group 100 and the 2nd lens group 200.

[0050] In this case, the 1st lens group 100 is applied to a short conjugation side from a long conjugation side, shall be equipped with the meniscus lens 101 which has a convex configuration in a long conjugation side, and the concave lens 102 which has a concave configuration in a short conjugation side, and shall change, and it is made to have negative refractive power by this. Moreover, both sides of the above-mentioned meniscus lens 101 shall have the aspheric surface according to the aspheric surface coefficient in the numerical operation gestalt shown later.

[0051] Moreover, he is trying to be obtained by the 2nd lens group 200 being formed with one positive lens 201 here in positive refractive power. After making it obtained by satisfying the necessary conditional expression mentioned later, for example only in the distance which can arrange the ups-and-downs mirror M as an air gap of this 2nd lens group 200 and the above-mentioned 1st lens group, it consists of gestalten of this operation so that the necessary engine performance as a projector lens may be obtained.

[0052] It is made for the 3rd lens group 300 to have refractive power positive because the meniscus lens 305 of a convex is arranged as shown in drawing, and it changes from a long conjugation side to a short conjugation side. Here, it applies to a short conjugation side from a long conjugation side, and a biconcave lens (negative lens) 302 and a positive lens 302 are arranged, and as the above-mentioned lamination lens 301 sticks the convex of these biconcave lenses 302 and a positive lens 303 and is set, it is formed. Moreover, a meniscus lens 305 has the aspheric surface shown according to the numerical operation gestalt shown later to the both sides.

[0053] In addition, in this drawing, although the photosynthesis element and the liquid crystal panel block are shown in the short conjugation side of the above-mentioned 3rd lens group, a photosynthesis element and a liquid crystal panel block here only show notionally that an incident light side has a photosynthesis element and a liquid crystal panel block as physical relationship over a projector lens. That is, if the photosynthesis element and liquid crystal panel block which are shown in this drawing are made to correspond to drawing 2 , the photosynthesis element 19 and the liquid crystal panel block (9, 12, 18) will be shown here. Similarly, if it is made to correspond to drawing 3 or drawing 4 , photosynthesis element 19A and liquid crystal panel block (A [9], A [12], 18A), or photosynthesis element 19B and a liquid crystal panel block (9B, 12B, 18B) will be shown.

[0054] The ups-and-downs mirror M is formed in order to carry out incidence to the 1st lens group 100, after reflecting the flux of light from the 2nd lens group 200 and changing an optical path. It becomes

possible to attain the miniaturization of the cabinet of a projection indicating equipment by carrying out like this, as drawing 1 explained.

[0055] Although the ups-and-downs mirror M is arranged in a projector lens 20 as it changes 90 degrees of optical paths of the flux of light from the 2nd lens group 200, it can be considered that two technique describes the optical path of the flux of light from the 2nd lens group 200 below in changing 90 degrees here.

[0056] For example, let the viewing area of a liquid crystal panel block be the rectangle which has the long side and shorter side of a couple, respectively corresponding to the aspect ratio of an image. Then, when based on a liquid crystal panel block in the ups-and-downs mirror M performing optical-path conversion, the technique of changing 90 degrees of optical paths along the direction of a long side of a liquid crystal panel block and the technique of changing 90 degrees of optical paths along the direction of a shorter side can be considered. For example, if the configuration to which drawing 5 transforms 90 degrees of optical paths along the direction of a long side of a liquid crystal panel block is taken noting that this is made to correspond to drawing 5, the side side (cross-section section) of the liquid crystal panel block shown in this drawing will be made into a long side. On the contrary, if the configuration to which drawing 5 transforms 90 degrees of optical paths along the direction of a shorter side of a liquid crystal panel block is taken, the side side (cross-section section) of the liquid crystal panel block shown in this drawing turns into a shorter side.

[0057] It is more advantageous to perform optical-path conversion along the direction of a long side of a liquid crystal panel block, when the configuration of the projection indicating equipment by the configuration of drawing 1 is followed although it was possible to, have attained the miniaturization of the cabinet of a projection indicating equipment for example, even if it changed the optical path as a gestalt of this operation along which direction of the long side of a liquid crystal panel block and a shorter side. This depends on the following reasons.

[0058] First, it is further reflected by the ups-and-downs mirror 504 prepared in the cabinet 501 of a projection indicating equipment, an optical path is changed, and the flux of light of the modulation image light which carried out incidence to the projector lens 20 from the liquid crystal panel block in the case of the gestalt of this operation is projected by the screen 21, after being reflected by the ups-and-downs mirror M in a projector lens 20 and changing an optical path. Thus, although the modulation image light from a liquid crystal panel block is projected on a screen through two mirrors which have physical relationship as shown in drawing 1, in a process until it results [from a liquid crystal panel block] in a screen 21, 90 degrees of images will rotate in this case.

[0059] Therefore, in the cabinet 503 of a projection device 502, a liquid crystal panel block is arranged, as the direction of a long side (horizontal as an image) turns into a lengthwise direction. Thereby, an image is eventually displayed on a screen 21 in the proper condition that the direction of an image long side becomes horizontal. Moreover, in connection with this, the various optical elements which form other projection devices 502 will also be arranged, as the direction of a long side turns into a lengthwise direction.

[0060] Then, 90 degrees of optical paths of the flux of light are changed along this direction of a long side to the cabinet 503 arranged as a gestalt of this operation as the liquid crystal panel block and the direction of a long side of other optical elements turned into a lengthwise direction as mentioned above. In this case, as it is shown in drawing 1 as a result, conversion of an optical path is performed. That is, to the

cabinet 503 of a projection device 502, as it becomes facing up, an optical path will be changed.

[0061] Here, as the direction of a long side of component parts, such as a liquid crystal panel block and other optical elements, turned into a lengthwise direction, when it has been arranged as a projection device 502, since it is made for a shorter side to serve as a longitudinal direction, as compared with the case where it has been arranged so that the direction of a shorter side of each component part may turn into a lengthwise direction, it becomes easy to make small width of face W of the cabinet 503 of a projection device 502. Moreover, it also becomes possible to miniaturize each configuration part itself depending on arrangement of each internal configuration part. Thus, it becomes possible to promote further the miniaturization (especially cutback of depth) of the projection display 500 because the miniaturization of the cabinet 503 of a projection device 502 becomes more advantageous.

[0062] In addition, as a means to change an optical path in a projector lens 20, although the configuration of mirrors, such as the above-mentioned ups-and-downs mirror M, is taken, adopting others, for example, prism etc., is also considered. Moreover, as a light used actually, when carrying out like the gestalt of this operation and using a liquid crystal panel block as a projection device, only the polarization direction of either an S wave or a P wave is used as known well. Then, when performing coating for acquiring the light reflex effect to the ups-and-downs mirror M and prism which change an optical path in a projector lens 20 is considered, what is necessary will be just to perform coating corresponding to the plane of polarization of the flux of light by which outgoing radiation is eventually carried out from a photosynthesis element (19, 19A, 19B), as it has a reflection factor high only about the polarization direction of either an S wave or a P wave. Conversely, if it says, it is not necessary to necessarily take the configuration which can carry out total reflection of both S wave and P wave as an optical-path conversion means of the gestalt of this operation, and it will also become possible to aim at reduction of cost so much.

[0063] 2-2. In the projector lens 20 as a gestalt of the 3rd operation, the 1st by the conditional-expression above-mentioned configuration - conditional-expression [which is shown below] (1) - (11) are filled.

[0064] the back focus at the time of projector distance infinite distance -- BF and the synthetic focal distance of the whole system -- the main air spacing of F, the 1st lens group 100, and the 2nd lens group 200 -- the synthetic focal distance of GD1 and the 1st lens group 100 -- the synthetic focal distance of F1, the 2nd lens group 200, and the 3rd lens group 300 -- the main air spacing of F23, the 2nd lens group 200, and the 3rd lens group 300 -- GD2 -- carrying out -- $2.8 < BF/F \dots (1)$

$3.0 < GD1/F < 4.50 \dots (2)$

$0.40 < F1/F23 < 0.48 \dots (3)$

$0.40 < GD2/F23 < 0.8 \dots (4)$

[0065] The synthetic focal distance of the 3rd lens group 300 The synthetic focal distance of the positive lens 304 of F31 and the 3rd lens group 300 for the synthetic focal distance of the lamination lens 301 of F3 and the 3rd lens group 300 the synthetic focal distance of the positive lens 304 and aspheric lens (meniscus lens 305) of FP32 and the 3rd lens group 300 It is $1.00 < F31/F3 < 2.50$ as a synthetic focal distance FP33 of the aspheric lens (meniscus lens 305) of F32 and the 3rd lens group 300... (5)

$0.9 < FP32/F3 < 1.40 \dots (6)$

$2.00 < FP33/F32 \dots (7)$

[0066] The refractive index of the negative lens (biconcave lens 302) which forms the lamination lens 301 of the 3rd lens group 300 N3N, The refractive index of the positive lens 303 which forms the lamination lens 301 of the 3rd lens group 300 N3P, It is $N3N - N3P > 0.15$, using as V3N the Abbe number of the

negative lens (biconcave lens 302) which forms the lamination lens of V3P and the 3rd lens group 300 for the Abbe number of the positive lens 303 which forms the lamination lens 301 of the 3rd lens group 300... (8)

V3P-V3-N> 27 ... (9)

[0067] Then, the above-mentioned monograph affair type is explained. For example, since it is necessary to use optical elements, such as a dichroic mirror for color composition, and a dichroic prism, so that the configuration shown in drawing 2 - drawing 4 may also show as a projector lens of a projection display, a long back focus is required. Here, since it is the need to obtain a big screen with short projector distance in order to make it small, the magnitude, i.e., the case size, of a projection display, it will constitute so that the field angle of a projector lens 20 may become large.

[0068] For this reason, the large field angle of a projector lens 20 shall be taken by satisfying conditional expression (1) in the gestalt of this operation. Here, if the minimum of conditional expression (1) is exceeded, the space of a color composition system will be lost.

[0069] Conditional expression (2) becomes [if the space containing a mirror or prism will be lost if the space which can arrange the ups-and-downs mirrors M as an optical-path conversion means (or prism etc.) in a projector lens 20 is specified to between the 1st lens group 100-2nd lens groups 200 and a lower limit is exceeded, and an upper limit is exceeded, a lens overall length will become long, or / the path of the 1st lens group] large and is not desirable.

[0070] By conditional expression (3), in order to make it the configuration of a reverse looking-far mold, the ratio of the synthetic focal distance of the 1st lens group 100 and the 2nd lens group 200 and the synthetic focal distance of the 2nd lens group 200 and the 3rd lens group 300 is specified. Let this condition be a thing for keeping good the magnitude of the lens whole system, a back focus, and optical-character ability. Since the configuration of a reverse looking-far mold will become weak if the magnitude of the projector lens whole system, a back focus, and optical-character ability are kept good and exceed the upper limit of conditional expression (3) conversely when this conditional expression (3) is satisfied, it becomes [a lens overall length becomes long or / the diameter of a lens of the 1st lens group 100] large and is not desirable, if it becomes difficult to maintain a back focus and it dares lengthen. Moreover, if the lower limit of conditional expression (3) is exceeded, the refractive power of the 1st lens group 100 will become strong, a curvature of field and distortion aberration occur and amending becomes difficult.

[0071] Moreover, conditional expression (4) is the conditions for maintaining at a liquid crystal panel side the TERESSEN rucksack nature of the chief ray outside a shaft which carries out incidence by taking the main large air spacing of the 2nd lens group 200 and the 3rd lens group 300, and lengthening a back focus by holding the height of the paraxial ray injected from the 2nd lens group 200, and injecting the chief ray outside a shaft in the high location of the 3rd lens group 300. Here, it becomes [many aberration including spherical aberration occurs and / amending] difficult and is not desirable if the upper limit of conditional expression (4) is exceeded. When the lower limit of conditional expression (5) is exceeded, it becomes impossible moreover, for a back focus to become shorter than necessary, or to maintain tele cent rucksack nature.

[0072] Conditional expression (5), (6), and (7) show arrangement of the lens of the good condition of the aberration amendment besides the shaft by the 2nd lens group 200 and the 3rd lens group 300, and the balance of a focal distance. In the 1st lens group 100, each axial outdoor daylight bunch passes the portion

from which a lens differs, and changes the condition of refraction of a beam of light according to the curved surface where it changes little by little for every flux of light with aspheric lenses. Most, it passes through the lens side of the 2nd lens group 200 where from the axial Uemitsu line to the axial outdoor daylight bunch of near the lens by the side of a liquid crystal panel block (short conjugation side) is almost the same, and is injected by the 3rd lens group 300. The lens (positive lens 201) of the 2nd lens group 200 enables it to lead a beam of light to the lamination lens 301 in the 3rd lens group 300. And chromatic aberration is amended by using materials, such as glass with which it is satisfied of conditional expression (8) and (9) here, for a lens.

[0073] Conditional expression (6) shows the balance of the refractive power of the positive lens 303 in the 3rd lens group 300. If the upper limit of this conditional expression (6) is exceeded, since the refractive power of a positive lens 303 becomes weaker, this is covered and a burden will be placed on other positive lenses in the 1st - the 3rd lens group, optical-character ability gets worse. Moreover, if the lower limit of conditional expression (6) is exceeded, refractive power will become strong too much, for example, the lens thickness of a positive lens 303 becomes large, or it becomes the inclination whose lens circumference thickness is lost, and processing of a lens becomes difficult.

[0074] Conditional expression (7) is the balance of the refractive power of the aspheric lens in the 3rd lens group 300 (meniscus lens 305). Since the refractive power of an aspheric lens (meniscus lens 305) becomes strong too much and the directions of a curve differ on the outskirts of a lens center and the outskirts of this lens when the lower limit of conditional expression (7) is exceeded, it becomes difficult to process it.

[0075] Conditional expression (5) shows the refractive power of the positive lens 303 in the lamination lens 301 in the 3rd lens group 300, and the suitable color correction of it becomes possible by using the glass which fills conditional expression (8) and (9). If the upper limit of conditional expression (5) is exceeded, refractive power of the negative lens in the lamination lens 301 (biconcave lens 302) must be strengthened, and distribution of a color will become strong if it dares carry out. On the contrary, if the lower limit of conditional expression (5) is exceeded, the refractive power of the negative lens in the lamination lens 301 (biconcave lens 302) will be weakened, and chromatic aberration will serve as lack of amendment as a result.

[0076] 2-3. Explain focus control, then the focus control of the projector lens 20 of the gestalt of this operation. For example, in the projection display which takes a configuration as shown in drawing 1, it is necessary to perform focus control so that the incident light on which it was projected from the projector lens 20 of a projection device 502 may carry out image formation on a screen 21. However, as previously described also as a conventional example, it turns out that in the case of the projection display which takes the configuration which changes an optical path within a projector lens the image center on a screen will shift if the so-called whole delivery method is adopted as a method of focus control.

[0077] So, the gestalt of this operation is made to perform focus control in the lens system from which the flux of light after the optical path was changed is acquired. That is, it is made to perform focus control by making it move in accordance with an optical axis OA (to refer to drawing 5) only about the 1st lens group 100. In other words, focus control here can be called activity adjusted so that a proper value may be acquired about the distance L_f between vertical fields to the end face of the concave lens 102 which is in the shortest conjugation side in the 1st lens group 100, and the optical axis OA which passes along the upside edge of drawing to the ups-and-downs mirror M as shown in drawing 5.

[0078] Thus, by performing focus control, when a whole delivery method is adopted, after suppressing

phenomena, such as a gap of the image center on a common screen, a good focus condition can be acquired. [0079] 2-4. Each lens structure corresponding to numerical operation gestalten given to the projector lens 20 as a gestalt of the 1st - the 3rd operation here, such as a numerical operation gestalt, is shown in drawing 6 , drawing 7 , and drawing 8 . In addition, in these drawings, the same sign is given to the same portion as drawing 5 . Moreover, in these drawings, only the lens structure corresponding to a numerical operation gestalt is shown, and the graphic display of the ups-and-downs mirror M allotted between the 1st lens group 100-2nd lens groups 200 is shown in the condition of not bending the optical path of the flux of light supposed that each lens group is passed for convenience here, either while omitting it. About the lens structure as a gestalt of each operation here, since drawing 5 explained, the explanation about each drawing of drawing 6 , drawing 7 , and drawing 8 is omitted here.

[0080] Moreover, drawing 9 , drawing 10 , and drawing 11 show the numerical operation gestalt corresponding to the gestalt of the 1st - the 3rd operation, i.e., drawing 6 , drawing 7 , and drawing 8 , respectively. In these drawings, the field number of the lens side which counted m from the screen 21 side (long conjugation side), and r_i are counted from a screen side, in the i-th radius of curvature and d_i , the i-th lens spacing and n_i show the i-th refractive index, and v_i shows the i-th Abbe number. In addition, as drawing 9 , drawing 10 , and a lens spacing in each drawing of drawing 11 , the case where a whole delivery method is taken as a focus control method, and the case where the method (each drawing is describing "the 1st group delivery") to which only the 1st lens group 100 mentioned above is moved in accordance with an optical axis is taken are shown.

[0081] Moreover, the field configuration as the aspheric surface (the 1st page, the 2nd page, the 12th page, and the 13th page) is [Equation 1], when making main radius of curvature and K into cone constant A4 and making A6, A8, and A10 into the 4th aspheric surface coefficient [6th / 8th / 10th] for r in the rectangular coordinate system (X, Y, Z) which made the center of a field the zero and set the direction of an optical axis to Z, respectively

$$Z = \frac{(h^2 / r)}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot (h^2 / r^2)}} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} \cdot h^{2i}$$

$$h = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

It shall come out and shall be expressed by the formula shown.

[0082] Moreover, each of drawing 12 , drawing 13 , drawing 14 , drawing 15 , drawing 16 , and drawing 17 compares and shows by the case where a whole delivery method is taken for the spherical aberration about the projector lens 20 of the gestalt of the 1st - the 3rd operation, astigmatism, and distortion aberration as a focus control method, and the case where the method (the 1st lens group delivery method) to which only the 1st lens group 100 which mentioned above is moved in accordance with an optical axis is taken. In addition, although not shown in a numerical operation gestalt in obtaining the result shown in many aberration drawings showing in each [these] drawing, it is calculating as a photosynthesis element 19 (19A, 19B) by putting in a plane-parallel plate with a longitudinal-plane-of-symmetry gap of 35mm (a refractive index $n = 1.51633$, Abbe number $\nu = 64.0$).

[0083] In addition, the actual structure of the projector lens as a gestalt of the above 1st - the 3rd implementation is not limited to what was shown in drawing 5 and drawing 6 - drawing 8 , and as long as

the conditional expression explained until now is filled, the lens number of sheets which forms each lens group may have modification. Moreover, in the gestalt of the above-mentioned implementation, in the projection display of a back projection mold, although the projector lens of this invention was explained as that with which the projection device which used the liquid crystal panel as a 2-dimensional image display element is equipped, it is not limited to this and application of it is enabled at the projector lens for projection TV which used the photographic lens of the wide angle system for single-lens reflex cameras, and CRT.

[0084]

[Effect of the Invention] As explained above, the following effects can be acquired in this invention. First, by invention according to claim 1, the long wide angle lens of a back focus which is needed as a projector lens equipped with the optical-path conversion means when a projector lens is used for example, for a projection indicating equipment can be formed, and the lens configuration of a reverse looking-far mold can be obtained. That is, a big screen can be obtained as it is also at short projector distance.

[0085] Moreover, while the amendment condition of many good aberration is acquired by specifying the balance of the refractive power of the positive lens which forms the lamination lens in the 3rd lens group, the balance of the refractive power of the positive lens in the 3rd lens group, and the balance of the refractive power of the aspheric lens in the 3rd lens group by invention according to claim 2, the ease of processing of each lens is also secured.

[0086] Moreover, suitable color correction will be made possible, after acquiring a value proper as a refractive index of the lamination lens in the 3rd lens group by invention according to claim 3.

[0087] Moreover, it is establishing it as an optical-path conversion means, like invention indicated to claim 4 or claim 5, along with the long side of the two-dimensional image display element which should be put on the focal location of the projector lens whole system, or a shorter side, as an optical path's is bent, and it becomes possible to attain the miniaturization of the case size of the projection display equipped with the projector lens of this invention as a result.

[0088] Moreover, although the mirror or prism with which only a P wave or an S wave carries out total reflection of the optical-path conversion means constitutes from invention indicated to claim 6 or claim 7, when the plane of polarization of the any 1 direction of a P wave or an S wave is used in the optical system of the projection device equipped with the projector lens concerned, there is no need of taking the configuration which dares carry out total reflection corresponding to the plane of polarization of both a P wave and an S wave, for example. Therefore, it becomes possible to aim at the cutback of cost so much by applying invention indicated to claim 6 or claim 7 in such a case.

[0089] That is, the projector lens by which projector distance is short at a wide angle, and a back focus is long, has tele cent rucksack nature, and could be projected by high contrast by invention indicated to each old claim at the projection device especially using a liquid crystal panel, and there was little aberration, such as distortion aberration, including many, and it was made further and which performs optical-path conversion inside is realized. And when the projector lens of this invention is applied to the projection device which used the liquid crystal panel as a 2-dimensional image display element, for example and a projection display is constituted, while the thin thing by which depth etc. was made small so much is obtained, good image quality will also be expected.

[0090] Moreover, according to invention according to claim 8, focus control is made to be performed by moving the 1st lens group along the direction of an optical axis. That is, a focus control activity can be

easily done like [at the time of adopting the so-called whole delivery method], for example, without causing the phenomenon in which the image center on a screen shifts because it is made to perform focus control of the flux of light which carries out image formation on a screen by the lens group which the flux of light after the optical path was changed by the optical-path conversion means passes.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the projection display whole configuration equipped with the projector lens of the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the configuration (the 1st example) of the projection device equipped with the projector lens of the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 3] It is drawing showing the configuration (the 2nd example) of the projection device equipped with the projector lens of the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing the configuration (the 3rd example) of the projection device equipped with the projector lens of the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 5] It is the lens cross section showing the example of structure of the projector lens which becomes common to the gestalt of the 1st - the 3rd operation.

[Drawing 6] It is the lens cross section showing the example of structure of the projector lens as a gestalt of the 1st operation.

[Drawing 7] It is the lens cross section showing the example of structure of the projector lens as a gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 8] It is the lens cross section showing the example of structure of the projector lens as a gestalt of the 3rd operation.

[Drawing 9] It is drawing showing the numerical operation gestalt of the projector lens as a gestalt of the 1st operation.

[Drawing 10] It is drawing showing the numerical operation gestalt of the projector lens as a gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 11] It is drawing showing the numerical operation gestalt of the projector lens as a gestalt of the 3rd operation.

[Drawing 12] It is aberration drawing showing the spherical aberration, the astigmatism, and distortion aberration of a projector lens in the case of taking a whole delivery method as a gestalt of the 1st operation.

[Drawing 13] It is aberration drawing showing the spherical aberration, the astigmatism, and distortion aberration of a projector lens in the case of taking the 1st lens group delivery method as a gestalt of the 1st operation.

[Drawing 14] It is aberration drawing showing the spherical aberration, the astigmatism, and distortion aberration of a projector lens in the case of taking a whole delivery method as a gestalt of the 2nd

operation.

[Drawing 15] It is aberration drawing showing the spherical aberration, the astigmatism, and distortion aberration of a projector lens in the case of taking the 1st lens group delivery method as a gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 16] It is aberration drawing showing the spherical aberration, the astigmatism, and distortion aberration of a projector lens in the case of taking a whole delivery method as a gestalt of the 3rd operation.

[Drawing 17] It is aberration drawing showing the spherical aberration, the astigmatism, and distortion aberration of a projector lens in the case of taking the 1st lens group delivery method as a gestalt of the 3rd operation.

[Description of Notations]

1 Lamp, 2 Reflector, 3 IR-UV Cut-off Filter, 4 Five A multi-lens array, 6, 6A, 6B Dichroic mirror, 7, 7A, 7B A mirror, 8, 8A, 8B Condenser lens, 9, 9A, 9B A liquid crystal panel block, 10, 10A, 10B Dichroic mirror, 11, 11A, 11B condenser lens, 12, 12A, 12B Liquid crystal panel block, 13, 13A, 13B A relay lens, 14, 14A, 14B Mirror, 15, 15A, 15B The relay lens for reversal, 16, 16A, 16B Mirror, 17, 17A, 17B A condenser lens, 18, 18A, 18B Liquid crystal panel block, 19, 19A, 19B A photosynthesis element, 19a and 19b, 19 A-a, 19 A-b, 19 B-a, 19 B-b Reflective film 20 Projector lens, 21 A screen, the 100 1st lens groups, and 101 Meniscus lens, 102 A concave lens, 200 The 2nd lens group, 201 Positive lens, 300 The 3rd lens group, 301 A lamination lens, 302 Biconcave lens, 303 A positive lens, 304 A positive lens, 305 Meniscus lens, A 500 projection indicating equipment, 501 A cabinet, 502 A projection device, 503 A cabinet, 504 A screen, 504 An ups-and-downs mirror, 600 Incident light, M Ups-and-downs mirror,

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-305117

(43)公開日 平成11年(1999)11月5日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 13/24
13/18

G 0 2 B 13/24
13/18

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平10-115204
(22)出願日 平成10年(1998)4月24日

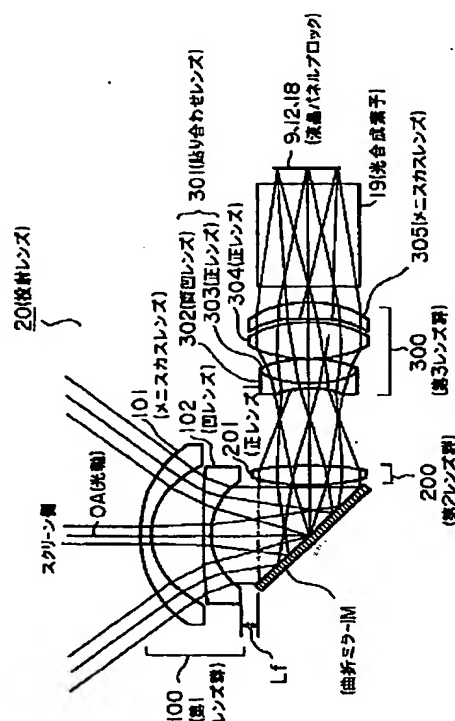
(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号
(72)発明者 菅野 靖之
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(74)代理人 弁理士 脇 篤夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 投射レンズ及び投射レンズの焦点調整方法

(57)【要約】

【課題】 広角で投射距離が短く、バックフォーカスが長く、テレセントリック性を有し、高コントラストで投射でき、歪曲収差等をはじめとする諸収差が少なく、その内部で光路が変換される投射レンズを得る。

【解決手段】 長い共役側から、負の屈折力を有する第1レンズ群100、正の屈折力を有する第2及び第3レンズ群200、300を配置する。そして、バックフォーカスをBF、全系の合成焦点距離をF、第1レンズ群と第2レンズ群の空気間隔をGD1、第1レンズ群の合成焦点距離をF1、第2レンズ群及び第3レンズ群の合成焦点距離をF23、第2レンズ群と第3レンズ群の中心空気面間隔をGD2として、 $[2.8 < BF/F]$ $[3.0 < GD1/F < 4.50]$ $[0.40 < -F1/F23 < 0.48]$ $[0.40 < GD2/F23 < 0.8]$ の条件式を満たすようにする。この際、焦点調整は第1レンズ群を光軸OAに沿って移動させることで行う。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 長い共役側から短い共役側にかけて順に、負の屈折力を有すると共に非球面を有する第1レンズ群と、全系中最も大きな中心空気面間隔を隔てて正の屈折力を有するようにされ、少なくとも1枚の正レンズを備えて形成される第2レンズ群と、正の屈折力を有すると共に非球面を有する第3レンズ群が配置されたうえで、上記第1レンズ群と上記第2レンズ群との間に挿入されて、上記第1レンズ群から上記第2レンズ群に至るべき光束の光路を変換するための光路変換手段が設けられると共に、投射距離無限遠時のバックフォーカスをBF、全系の合成焦点距離をF、上記第1レンズ群と上記第2レンズ群との中心空気面間隔をGD1、上記第1レンズ群の合成焦点距離をF1、上記第2レンズ群及び上記第3レンズ群の合成焦点距離をF23、上記第2レンズ群と上記第3レンズ群との中心空気面間隔をGD2として、

2. $8 < BF/F$
 3. $0 < GD1/F < 4.50$
 $0.40 < -F1/F23 < 0.48$
 $0.40 < GD2/F23 < 0.8$

なる条件式を満足することを特徴とする投射レンズ。

【請求項2】 上記第3レンズ群は、少なくとも、貼り合わせレンズ及び正レンズを備え、最も短い共役側に非球面レンズを有するようにされると共に、上記第3レンズ群の合成焦点距離をF3、上記第3レンズ群の貼り合わせレンズの合成焦点距離をF31、上記第3レンズ群の正レンズの合成焦点距離をF32、上記第3レンズ群の正レンズと非球面レンズの合成焦点距離をF32、上記第3レンズ群の非球面レンズの合成焦点距離をF33として、

1. $0.0 < -F31/F3 < 2.50$
 $0.9 < F32/F3 < 1.40$
 2. $0.0 < F33/F32$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の投射レンズ。

【請求項3】 上記第3レンズ群の貼り合わせレンズは、長い共役側から短い共役側の方向にかけて負レンズと正レンズで形成され、上記第3レンズ群の貼り合わせレンズを形成する負レンズの屈折率をN3N、上記第3レンズ群の貼り合わせレンズを形成する正レンズの屈折率をN3P、上記第3レンズ群の貼り合わせレンズを形成する正レンズのアップ数をV3P、上記第3レンズ群の貼り合わせレンズを形成する負レンズのアップ数をV3Nとして、

$N3N - N3P > 0.15$
 $V3P - V3N > 27$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の投射レンズ。

【請求項4】 上記光路変換手段は、当該投射レンズ全系の焦点位置に置かれるべき2次元画像表示素子の長辺に沿って光路を折り曲げるようにして設けられることを特徴とする請求項1に記載の投射レンズ。

【請求項5】 上記光路変換手段は、当該投射レンズ全系の焦点位置に置かれる2次元画像表示素子の短辺に沿って光路を折り曲げるようにして設けられることを特徴とする請求項1に記載の投射レンズ。

【請求項6】 上記光路変換手段は、P波またはS波のみ全反射するミラーによって構成されることを特徴とする請求項1に記載の投射レンズ。

【請求項7】 上記光路変換手段は、P波またはS波のみ全反射するプリズムによって構成されることを特徴とする請求項1に記載の投射レンズ。

【請求項8】 長い共役側から短い共役側にかけて順に、負の屈折力を有すると共に非球面を有する第1レンズ群と、全系中最も大きな中心空気面間隔を隔てて正の屈折力を有するようにされ、少なくとも1枚の正レンズを備えて形成される第2レンズ群と、正の屈折力を有すると共に非球面を有する第3レンズ群を配置したうえで、上記第1レンズ群と上記第2レンズ群との間に挿入されて、上記第1レンズ群から上記第2レンズ群に至るべき光束の光路を変換するための光路変換手段が設けられると共に、投射距離無限遠時のバックフォーカスをBF、全系の合成焦点距離をF、上記第1レンズ群と上記第2レンズ群との中心空気面間隔をGD1、上記第1レンズ群の合成焦点距離をF1、上記第2レンズ群及び第3レンズ群の合成焦点距離をF23、上記第2レンズ群と上記第3レンズ群との中心空気面間隔をGD2として、

2. $8 < BF/F$
 3. $0 < GD1/F < 4.50$
 $0.40 < -F1/F23 < 0.48$
 $0.40 < GD2/F23 < 0.8$

なる条件式を満足する投射レンズの焦点調整方法として、

上記第1レンズ群を光軸上に沿って移動させていくことにより、上記投射レンズの長い共役側における焦点位置の調整を行うことを特徴とする投射レンズの焦点調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、投射レンズに関わり、例えばプロジェクション表示装置の投影装置等に備えられる投射レンズに適用して好適なものとされる。

【0002】

【従来の技術】 近年、プロジェクション表示装置が広く普及している。このようなプロジェクション表示装置の

(3)

3

1つとして、透過型のスクリーンに対してその背面側から画像光を投射することにより表示を行う、いわゆる背面投射型のプロジェクション表示装置が知られている。

【0003】上記のような背面投射型のプロジェクション表示装置では、例えば、白色光源の光をリフレクタ等によりコリメートした光束が色分解ミラーで、赤、緑、青の3色の光束に分解される。そして、上記3色の光束は、赤、緑、青(R, G, B)の映像電気信号に応じて形成される各2次元画像表示素子(例えばLCD; Liquid Crystal Display)に入光される。これら赤、緑、青に対応する各2次元画像表示素子上に得られた像光は、色合成光学系にて白色に色合成され、投射レンズを介して透過型のスクリーン上に拡大投射される。

【0004】なお、同様な構成のレンズとして、クイックリターンミラーによる制限等を考慮して、バックフォーカスの長い一眼レフカメラ用の広角系の写真レンズや、CRT(Cathode Ray Tube)によるプロジェクションテレビ用の広角投射レンズも数多く提案されている。

【0005】また、プロジェクション表示装置として、投射レンズを形成するレンズ系において、例えば光路を90°変換する構造を採る場合がある。これにより、プロジェクション表示装置内における投射装置の筐体の配置方向や、投射装置内部の色分離から色合成までの各種光学素子の設置方向を変更したり、更には、上記各種光学素子を小型化することが可能となつて、プロジェクション表示装置の小型化を図ることが可能になる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなプロジェクション表示装置の構成では、色合成光学系として、ダイクロイックプリズムまたはダイクロイックミラー等の光学素子を配置する必要上の制限から、2次元画像表示素子から投射レンズの最後端までの距離に相当する、いわゆるバックフォーカスを長めに確保しなければならない。

【0007】また、プロジェクション表示装置として、1つの投射装置で透過型のスクリーン全体に拡大画像を形成する場合、プロジェクション表示装置自体のコンパクト化のためには、投射距離(例えば投射レンズの出射端からミラーを介して透過型スクリーンに至る中心光線長)を短縮する必要がある。そのためには、投射レンズを広角化し出射光の発散角を大きくして大画面を得る必要がある。

【0008】また、2次元画像表示素子に光源から至る光を透過させ、2次元画像表示素子上の画像を高いコントラストでスクリーンに拡大投影するには、2次元画像表示素子から、垂直に近い角度で射出してくる光束を利用しなければならない。また、画像光が投射されるスクリーン上の色ムラを少なくするために、色合成光学系に用いるダイクロイックプリズムまたはダイクロイックミラーのコート面に当たる光線角度幅が一定のほうが

4

良い。

【0009】従つて、投射レンズの軸外の主光線が2次元画像表示素子に垂直となるようにテレセントリック性を有することが必要となるのであるが、この場合、レンズは2次元画像表示素子中心を通る光軸に対して対称であるのに対し、2次元画像表示素子自体は、1方向にのみコントラストの高い方向があるため、2次元画像表示素子に照射される光束自体に角度を付ける必要がある。

【0010】また、2次元画像表示素子には、通常LCD等のディスプレイデバイスが採用されるが、LCDはマトリックス電極を用いて駆動されるため、CRTを用いた場合と異なり、投射レンズの歪曲を補正することは困難である。つまり、CRTの場合であれば、糸巻き歪み補正などのラスタ形状の補正機能を利用することで投射レンズの歪曲を補正することが比較的容易に可能となるが、LCDのようにドットマトリクス表示が行われるディスプレイデバイスでは、このようなラスタの歪み補正は通常行われない。上記のような事情からすれば、投射レンズの歪曲収差は出来る限り小さいことが望ましい。しかしながら、このことは、投射レンズの広角化や長いバックフォーカスを得ることに對して障害となるものである。つまり、投射レンズとして、広角化及び長いバックフォーカスを確保したうえで、テレセントリック性を与えると、レンズ全長が長くなったり、レンズ径などが大きくなる傾向を有してしまうことが分かっている。

【0011】また、一眼レフカメラ用の広角系の写真レンズやCRTによるプロジェクションテレビ用の投射レンズでは、バックフォーカスは不十分であり、軸外光束の入射角や射出角がきついため、テレセントリック性が無く、光量も少なくなっているのが現状である。

【0012】また、投射レンズ内で光路を変換する構成を採るプロジェクション表示装置の場合、焦点調整の方式として、例えば投射レンズ全体とスクリーンとの相対的距離を調整することで合焦位置を得る、いわゆる全体繰り出し方式を採用すると、スクリーン上の画像中心がずれるため、適当ではないことが分かっている。従つて、このようなプロジェクション表示装置では、全体繰り出し方式以外の適切な焦点調整のための手法が採られる必要がある。

【0013】

【課題を解決するための手段】そこで本発明は上記した課題を解決するために、その系中において光路変換が行われる投射レンズとして、広画角、短投射距離で長いバックフォーカスと大きな軸外光量とテレセントリック性を有し、しかも、歪曲収差や諸収差の小さいものが得られるようにすることを目的とする。また、投射レンズの系中において光路変換が行われる場合に適合した焦点調整が行われるようにすることを目的とするものである。

【0014】このため、長い共役側から短い共役側にか

(4)

5

けて順に、負の屈折力を有すると共に非球面を有する第1レンズ群と、全系中最も大きな中心空気面間隔を隔てて正の屈折力を有するようにされ少なくとも1枚の正レンズを備えて形成される第2レンズ群と、正の屈折力を有すると共に非球面を有する第3レンズ群とを配置したうえで、第1レンズ群と第2レンズ群との間に挿入されて、上記第1レンズ群から上記第2レンズ群に到るべき光束の光路を変換するための光路変換手段を設けて投射レンズを形成する。そして、投射距離無限遠時のバックフォーカスをBF、全系の合成焦点距離をF、上記第1レンズ群と上記第2レンズ群との中心空気面間隔をGD1、上記第1レンズ群の合成焦点距離をF1、上記第2レンズ群及び第3レンズ群の合成焦点距離をF23、上記第2レンズ群と上記第3レンズ群との中心空気面間隔をGD2として、

$$2. \quad 8 < BF/F$$

$$3. \quad 0 < GD1/F < 4.50$$

$$0.40 < -F1/F23 < 0.48$$

$$0.40 < GD2/F23 < 0.8$$

なる条件式を満足するように構成することとした。

【0015】これにより、第1レンズ群と第2レンズ群の間に光路変換手段を配置し得るだけの空気間隔を確保した上で、バックフォーカスの長い広角なレンズとして、逆望遠型のレンズ構成が得られることになる。また、軸外主光線が第3レンズ群の高い位置に射出されるように構成されることで、例えば液晶パネル等の二次元画像表示素子の面に入射する軸外主光線のテレセンリック性が得られるようにされる。

【0016】そして上記構成の下で、第3レンズ群は少なくとも、貼り合わせレンズ及び正レンズを備え、最も短い共役側に非球面レンズを有するようにされると共に、この第3レンズ群の合成焦点距離をF3、第3レンズ群の貼り合わせレンズの合成焦点距離をF31第3レンズ群の正レンズの合成焦点距離をFP32、第3レンズ群の正レンズと非球面レンズの合成焦点距離をF32、第3レンズ群の非球面レンズの合成焦点距離をFP33として、

$$1. \quad 0.0 < -F31/F3 < 2.50$$

$$0.9 < FP32/F3 < 1.40$$

$$2. \quad 0.0 < FP33/F32$$

なる条件式を満足するように構成することとした。これにより、第3レンズ群中の貼り合わせレンズを形成する正レンズの屈折力のバランス、第3レンズ群中の正レンズの屈折力のバランス、及び第3レンズ群中の非球面レンズの屈折力のバランスが規定され、良好な諸収差の補正状態を得ることが可能となる。

【0017】また、第3レンズ群の貼り合わせレンズを長い共役側から短い共役側の方向にかけて負レンズと正レンズで形成したうえで、第3レンズ群の貼り合わせレンズを形成する負レンズの屈折率をN3N、第3レンズ

6

群の貼り合わせレンズを形成する正レンズの屈折率をN3P、第3レンズ群の貼り合わせレンズを形成する正レンズのアップ数をV3P、第3レンズ群の貼り合わせレンズを形成する負レンズのアップ数をV3Nとして、
 $N3N - N3P > 0.15$

$$V3P - V3N > 27$$

なる条件式を満足するように構成することで、第3レンズ群中の貼り合わせレンズの屈折率として適正な値を得た上で、適切な色補正が可能となる。

10 【0018】また、上記光路変換手段について、当該投射レンズ全系の焦点位置に置かれるべき2次元画像表示素子の長辺に沿って光路を折り曲げるようにして設ける、又は2次元画像表示素子の短辺に沿って光路を折り曲げるようにして設けることで、例えば、当該投射レンズを備えた投射装置の、プロジェクション表示装置における配置方向の設定を変更することが可能となる。

【0019】また、光路変換手段として、P波またはS波のみ全反射するミラー、又はプリズムによって構成することで、例えば、当該投射レンズを備えた投射装置において、P波またはS波の何れか一方の偏光面の光束を扱う構成を採る場合に対して、低コストで対応することが可能となる。

【0020】また、長い共役側から短い共役側にかけて順に、負の屈折力を有すると共に非球面を有する第1レンズ群と、全系中最も大きな中心空気面間隔を隔てて正の屈折力を有するようにされ少なくとも1枚の正レンズを備えて形成される第2レンズ群と、正の屈折力を有すると共に非球面を有する第3レンズ群とを配置したうえで、第1レンズ群と第2レンズ群との間に挿入されて、
 30 上記第1レンズ群から上記第2レンズ群に到るべき光束の光路を変換するための光路変換手段を設け、投射距離無限遠時のバックフォーカスをBF、全系の合成焦点距離をF、上記第1レンズ群と上記第2レンズ群との中心空気面間隔をGD1、上記第1レンズ群の合成焦点距離をF1、上記第2レンズ群及び第3レンズ群の合成焦点距離をF23、上記第2レンズ群と上記第3レンズ群との中心空気面間隔をGD2として、

$$2. \quad 8 < BF/F$$

$$3. \quad 0 < GD1/F < 4.50$$

$$40 \quad 0.40 < -F1/F23 < 0.48$$

$$0.40 < GD2/F23 < 0.8$$

なる条件式を満足する投射レンズの焦点調整方法として、第1レンズ群を光軸上に沿って移動させていくことにより、投射レンズの長い共役側の焦点位置の調整を行うようにすることとした。つまり、本発明の調整方法では、光路変換手段により光路が変換された後の光束が通過するレンズ群により、例えば長い共役側に配置されたスクリーン上に結像する光束の焦点調整を行うようにされる。

50 【0021】

(5)

7

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の投射レンズについて説明することとする。本実施の形態の投射レンズは、2次元画像表示素子としてLCDを採用した背面投射型のプロジェクション表示装置の投射装置に備えられるものとして説明する。

【0022】なお、以降の説明は次の順序で行うこととする。

1. プロジェクション表示装置の構成

1-1. 全体構成

1-2. 投射装置の内部構成 (第1例)

1-3. 投射装置の内部構成 (第2例)

1-4. 投射装置の内部構成 (第3例)

2. 投射レンズの構成

2-1. レンズの配置構造

2-2. 条件式

2-3. 焦点調整

2-4. 数値実施形態等

【0023】1. プロジェクション表示装置の構成

1-1. 全体構成

先ず、本実施の形態の投射レンズを備えた投射装置を搭載して構成され得るプロジェクション表示装置に全体構成について説明する。

【0024】図1(a)(b)は、このようなプロジェクション表示装置の全体構成の一例を示す側面図、及び正面図である。これらの図に示すプロジェクション表示装置500では、そのキャビネット501の背面において曲折ミラー504が設けられ、また、キャビネット501のの前面には、透過型のスクリーン21が設けられる。曲折ミラー504は、次に説明する投射装置502から投射された画像光を反射してスクリーン504に投射できる角度を有して取り付けられる。

【0025】投射装置502は、図のようにしてキャビネット501内において、その下側に設置される。投射装置502のキャビネット503内には、後述する光源、ダイクロイックミラー、液晶パネルブロック、及びダイクロイックプリズム(光合成素子)等の光学部品が配置されており、これらの動作によって画像光としての光束を得る。ここで得られた画像光としての光束は投射レンズ20により投射されて、投射光600として出射される。また、本実施の形態においては、投射レンズ20を形成するレンズ系の光路内において、光路を変換するための曲折ミラーMが配置される。これにより、本実施の形態では、画像光としての光束が投射レンズ20内で折り曲げられることになる。

【0026】このような構造のプロジェクション表示装置500では、投射光600は、曲折ミラー504に対して照射されるようにして、上向きに投射レンズ20から出射される。そして、投射レンズ20から出射された投射光600は曲折ミラー504にてその光路が折り曲

8

る。スクリーン21には、投射レンズ20から投射された投射光により得られる拡大画像が表示されることになる。例えば鑑賞者は、投射レンズ20が配置されているのとは反対の方向からスクリーン21を見ることによって、表示画像を鑑賞するようにされる。

【0027】図1に示すようにして、投射レンズ20において光路を変換するという手法は、主として、プロジェクション表示装置500のキャビネット501の小型化を図るために採用されるものである。つまり、例えば図1の場合であれば、投射装置502のキャビネット503内にて得られた画像光としての光束の光路を、投射レンズ20において上向きに90°変換してやるようにしている。これにより、投射装置502のキャビネット503自体は、図1に示されるように、ほぼ平置き(実際には図1(a)から分かるように、曲折ミラー504に適正に投射光600が照射されるように斜めとなる)の状態が得られると共に、キャビネット503の正面(投射装置502が取り付けられている側の側面)／背面が、プロジェクション表示装置500のキャビネット501の側面に対向するようにして設置することが可能になる。これにより、例えば、投射レンズ20により光路を変換しない場合に比較して、プロジェクション表示装置500のキャビネット501の奥行きDを小さくすることが可能になる。また、プロジェクション表示装置500のキャビネット501におけるスクリーン21より下側の部分のスペースも小さくて済むことになるため、キャビネット501の高さHも小さくすることが可能となるものである。

【0028】なお、本発明が採用され得るプロジェクション表示装置としては、上記図1に示す構成に限定されるものではなく、例えば、プロジェクション表示装置のキャビネット内における投射装置の設置形態等も、投射装置の投射レンズにおける光路変換方向等によって適宜変更されて構わないものである。

【0029】1-2. 投射装置の内部構成 (第1例)
続いて、上記図1に示した投射装置502の内部構成について、図2を参照して説明する。図2は、本実施の形態の投射レンズを搭載し得る投射装置502として、第1例としての内部構造を概念的に示している。ここでは、スクリーン21以外の部位が投射装置502を形成するものとされる。なお、本実施の形態では、図1に示したように、プロジェクション表示装置の構造として、投射レンズ20とスクリーン21との間に曲折ミラー504が設けられ、また、投射レンズ20内において曲折ミラーMによって光路が変換されるのであるが、ここでは、投射装置502の内部構成の説明を主眼とする都合上、図2における曲折ミラー504と、光路変換に対応する構造の投射レンズ20との図示は共に省略している。

【0030】図2に示す投射装置502としては、例え

(6)

9

ばメタルハライドランプ等から成る光源としてのランプ1が、リフレクタ2（放物面鏡）の焦点位置に配置されている。ランプ1から照射された光は、リフレクタ2により反射されて光軸にほぼ平行となるようにコリメートされて、リフレクタ2の開口部から出射される。上記リフレクタ2の開口部から出射された光のうち、赤外領域及び紫外領域の不要光線はIR-UVカットフィルタ3によって遮断されて、表示に有効な光線のみがその後段に配されている各種光学素子に導かれることになる。

【0031】IR-UVカットフィルタ3の後段には、マルチレンズアレイ4に続き、マルチレンズアレイ5が配される。この場合、マルチレンズアレイ4は、後述する光変調手段である各液晶パネルブロックの有効開口のアスペクト比に等しい相似形をした外形を持つ複数の凸レンズが、その位相を例えば1/2ずらした状態で千鳥格子状に配列された平型形状を有するようにされている。マルチレンズアレイ5は、上記マルチレンズアレイ4の凸レンズに対向する側に複数の凸レンズ5aが形成されている平凸型とされる。これらマルチレンズアレイ4及びマルチレンズアレイ5を配置することにより、IR-UVカットフィルタ3を通過した光束が効率よく、かつ均一に後述する液晶パネルブロックの有効開口に照射されるようにされる。

【0032】マルチレンズアレイ5と液晶パネルブロックの有効開口の間には、ランプ1からの光束を赤、緑、青色に分解するためにダイクロイックミラー6、10が配置されている。この図に示す例では、まずダイクロイックミラー6で赤色の光束Rを反射し緑色の光束G及び青色の光束Bを透過させている。このダイクロイックミラー6で反射された赤色の光束Rはミラー7により進行方向を90°曲げられて赤色用の液晶パネルブロック9の前のコンデンサーレンズ8に導かれる。

【0033】一方、ダイクロイックミラー6を透過した緑色及び青色の光束G、Bはダイクロイックミラー10により分離されることになる。すなわち、緑色の光束Gは反射されて進行方向を90°曲げられて緑色用の液晶パネル12前のコンデンサーレンズ11に導かれる。そして青色の光束Bはダイクロイックミラー10を透過して直進し、リレーレンズ13、ミラー14、反転用リレーレンズ15、ミラー16を介して青色用の液晶パネル18前のコンデンサーレンズ17に導かれる。

【0034】このようにして、赤、緑、青色の各光束R、G、Bは各々のコンデンサーレンズ8、11、17を通過して各色用の液晶パネルブロック9、12、18に入射される。これら各色の液晶パネルブロック9、12、18においては、それぞれ、液晶パネルが備えられると共に、液晶パネルの前段に入射した光の偏光方向を一定方向に揃えるための入射側偏光板が設けられる。また、液晶パネルの後段には出射した光の所定の偏光面を持つ光のみ透過するいわゆる検光子が配置され、液晶を

10

駆動する回路の電圧により光の強度を変調するようにされている。

【0035】一般には、ダイクロイックミラー6、10の特性を有効に利用するため、P偏波面の反射、透過特性を使用している。従って、各々の液晶パネルブロック9、12、18内の上記入射側偏光板は、図1の紙面内に平行な偏波面を透過するように配置されている。また、液晶パネルブロック9、12、18を構成する各液晶パネルは例えばTN型が用いられており、かつその動作はいわゆる例えばノーマリーホワイト型として構成され、検光子は図1の紙面に垂直な偏波光を透過するように配置されている。

【0036】そして、液晶パネルブロック9、12、18で光変調された各色の光束は、光合成素子（クロスダイクロイックプリズム）19において図示する各面に対して入射される。この光合成素子は、所定形状のプリズムに対して反射膜19a、19bが組み合わされて成る。光合成素子19における赤色の光束Rは反射膜19aで反射され、また青色の光束Bは反射膜19bで反射されて、投射レンズ20に対して入射される。そして緑色の光束Gは光合成素子19内を直進して透過するようにして投射レンズ20に対して入射される。これにより、各光束R、G、Bが1つの光束に合成された状態で投射レンズ20に入射されることになる。

【0037】投射レンズ20では、光合成素子19から入射された光束を投射光に変換して、例えば透過型のスクリーン21に対して投射することになる。なお、本実施の形態では、実際には、投射レンズ20において光路が90°変換されて後、プロジェクション表示装置に設けられる曲折ミラー504により反射されてから、スクリーン21に対して光束の投射が行われる。

【0038】1-3. 投射装置の内部構成（第2例）
図3は本実施の形態の投射レンズ20を搭載し得る投射装置502の第2例としての内部構造を概念的に示すものである。なお、この図において図2と同一部分には同一符号を付して説明を省略する。

【0039】この場合には、マルチレンズアレイ5の後段のダイクロイックミラー6Aにより光束Bを反射して、光束R、光束Gを通過させるようにしている。ダイクロイックミラー6Aにより反射された光束Bは、ミラー7Aにより反射され、更に、コンデンサーレンズ8Aを通過し、青色用の液晶パネルブロック9Aを介して光変調された後に、図示する方向から光合成素子19Aに入射される。

【0040】ダイクロイックミラー6Aを通過した光束R、光束Gは、その後段のダイクロイックミラー10Aに入射される。この場合、ダイクロイックミラー10Aでは光束Rを反射して、光束Gは通過させるようにされている。ダイクロイックミラー10Aにより反射された光束Rは、コンデンサーレンズ11Aを通過し、赤色用

(7)

11

の液晶パネルブロック12Aを介して光変調された後に、図示する方向から光合成素子19Aに入射される。ダイクロイックミラー10Aを通過した光束Gは、リレーレンズ13A、ミラー14A、反転用リレーレンズ15A、ミラー16Aを介してコンデンサーレンズ17Aに到達する。そして、コンデンサーレンズ17Aを通過して、緑色用の液晶パネルブロック18Aを介して光変調された後に、図示する方向から光合成素子19Aに入射される。

【0041】光合成素子19Aも、所定形状のプリズムに対して、反射膜19A-a、19A-bが組み合わされて成る。この光合成素子19Aに入射された各色の光束のうち、光束Bは反射膜19A-bにて反射されて投射レンズ20に入射され、光束Gは反射膜19A-aにて反射されて投射レンズ20に入射される。また、光束Rは光合成素子19Aを直進するように通過して投射レンズ20に入射される。この結果、各光束R、G、Bが1つの光束に合成されて投射レンズ20に入射されることになる。

【0042】1-4. 投射装置の内部構成(第3例)
図4は本実施の形態の投射レンズを搭載し得るプロジェクション表示装置の第3例としての内部構造を概念的に示すものである。なお、この図において図2及び図3と同一部分には同一符号を付して説明を省略する。

【0043】この場合には、ダイクロイックミラー6Bにより光束Gを反射して、光束R、光束Bを通過させるようにしている。ダイクロイックミラー6Bにより反射された光束Gは、ミラー7B、コンデンサーレンズ8B、緑色用の液晶パネルブロック9Bを介した後、図示する方向から光合成素子19Bに入射される。

【0044】ダイクロイックミラー6Bを通過した光束R、光束Bは、ダイクロイックミラー10Bに入射されることで、光束Rが反射され、光束Bは通過するようにされている。このダイクロイックミラー10Bにて反射した光束Rは、コンデンサーレンズ11B、赤色用の液晶パネルブロック12Bを介して、図示する方向から光合成素子19Bに入射される。ダイクロイックミラー10Bを通過した光束Bは、リレーレンズ13B、ミラー14B、反転用リレーレンズ15B、ミラー16B、コンデンサーレンズ17B、及び青色用の液晶パネルブロック18Bを順次介して、図示する方向から光合成素子19Bに入射される。

【0045】光合成素子19Bも、所定形状のプリズムに対して、反射膜19B-a、19B-bが組み合わされて成るものである。ここでは、光合成素子19Bに入射された各色の光束のうち、光束Gは反射膜19B-aにて反射され、光束Bは反射膜19B-bにて反射され、光束Rは光合成素子19Bを直進するように通過することで、1つの光束となって投射レンズ20に入射されることになる。

12

【0046】以上、3例を挙げて、本実施の形態としての投射装置を説明したが、これらはいくまでも一例であって、本実施の形態の投射レンズを搭載し得るプロジェクション表示装置の内部構成としては、他にも各種考えられるものである。

【0047】2. 投射レンズの構成

2-1. レンズの配置構造

続いて、本実施の形態としての投射レンズについて説明する。ここでは、本発明の実施の形態の投射レンズとして、第1、第2、及び第3の実施の形態を挙げて以降説明を行うこととする。これら第1～第3の実施の形態としての投射レンズは、上記図1～図3に示したプロジェクション表示装置における投射レンズ20として採用されるものである。

【0048】先ず、第1～第3の実施の形態としての投射レンズ20に共通のレンズ構造について、図5を参照して説明する。図5は、第1、第2、及び第3の実施の形態としての投射レンズ20のレンズの配置構造を概念的に示すレンズ断面図である。これらの図においては、図の左上側(メニスカスレンズ101の上側)がスクリーン21側(長い共役側)とされ、右側が液晶パネルブロック及び光合成素子側(短い共役側)とされる。

【0049】この図に示す投射レンズ20としては、長い共役側から短い共役側にかけて、第1レンズ群100、第2レンズ群200、第3レンズ群300が順に配列されて成る。そして、第1レンズ群100と第2レンズ群200間に対して曲折ミラーMが設けられる。

【0050】この場合、第1レンズ群100は、長い共役側から短い共役側にかけて、長い共役側に凸形状を有するメニスカスレンズ101、短い共役側に凹形状を有する凹レンズ102を備えて成るものとされ、これにより負の屈折力を有するようにされる。また、上記メニスカスレンズ101の両面は、後に示す数値実施形態における非球面係数に従った非球面を有するものとされる。

【0051】また、第2レンズ群200は、ここでは1枚の正レンズ201により形成されることで、正の屈折力が得られるようにされている。本実施の形態では、例えば後述する所要の条件式を満足することでこの第2レンズ群200と上記第1レンズ群との空気間隔として、曲折ミラーMが配置可能なだけの距離が得られるようにされた上で、投射レンズとしての所要の性能が得られるように構成されるものである。

【0052】第3レンズ群300は、長い共役側から、貼り合わせレンズ301、正レンズ304、及び短い共役側に凸のメニスカスレンズ305が図のように配置されて成ることで正の屈折力を有するようにされる。ここで、上記貼り合わせレンズ301は、長い共役側から短い共役側にかけて、両凹レンズ(負レンズ)302と、正レンズ302とが配置され、これら両凹レンズ302と正レンズ303の凸面とを貼り合わせるようにして形

13

成されている。また、メニスカスレンズ305は、その両面に対して、後に示す数値実施形態により示される非球面を有する。

【0053】なお、この図においては、上記第3レンズ群の短い共役側に、光合成素子と液晶パネルブロックが示されているが、ここでの光合成素子と液晶パネルブロックは、単に、投射レンズに対する位置関係として、光合成素子及び液晶パネルブロックが入射光側にあることを概念的に示すものである。つまり、この図に示す光合成素子と液晶パネルブロックを図2に対応させれば、光合成素子19、及び液晶パネルブロック(9, 12, 18)がここで示されていることになる。同様に、図3又は図4に対応させれば、光合成素子19A、及び液晶パネルブロック(9A, 12A, 18A)、或いは光合成素子19B、及び液晶パネルブロック(9B, 12B, 18B)が示されていることになる。

【0054】曲折ミラーMは、第2レンズ群200からの光束を反射させて光路を変換した上で、第1レンズ群100に対して入射させるために設けられるものである。こうすることで、例えば図1にて説明したようにしてプロジェクション表示装置のキャビネットの小型化を図ることが可能になる。

【0055】曲折ミラーMは、第2レンズ群200からの光束の光路を90°変換するようにして投射レンズ20内に配置されるのであるが、ここで、第2レンズ群200からの光束の光路を90°変換するのにあたっては、次に述べるように2つの手法が考えられる。

【0056】例えば、液晶パネルブロックの表示領域は、画像のアスペクト比に対応して、それぞれ一對の長辺と短辺を有する長方形とされている。そこで、曲折ミラーMにより光路変換を行うのにあたり、液晶パネルブロックを基準とすると、液晶パネルブロックの長辺方向に沿って光路を90°変換する手法と、短辺方向に沿って光路を90°変換する手法が考えられることになる。例えばこれを図5に対応させるとして、図5が液晶パネルブロックの長辺方向に沿って光路を90°変換させる構成を採っているとするれば、この図に示されている液晶パネルブロックの側辺(断面部)が長辺とされることになる。逆に、図5が液晶パネルブロックの短辺方向に沿って光路を90°変換させる構成を採っているとするれば、この図に示されている液晶パネルブロックの側辺(断面部)は短辺となる。

【0057】本実施の形態としては、液晶パネルブロックの長辺と短辺の何れかの方向に沿って光路を変換しても、例えば、プロジェクション表示装置のキャビネットの小型化を図ることが可能であるが、図1の構成によるプロジェクション表示装置の構成にしたがった場合には、液晶パネルブロックの長辺方向に沿って光路変換を行った方が有利である。これは、次のような理由に依る。

(8)

14

【0058】本実施の形態の場合、液晶パネルブロックからの投射レンズ20に入射した変調画像光の光束は、先ず、投射レンズ20内の曲折ミラーMによって反射されて光路が変換された後、更に、プロジェクション表示装置のキャビネット501に設けられた曲折ミラー504によって反射されて光路が変換されてスクリーン21に投射される。このようにして、液晶パネルブロックからの変調画像光は、図1に示すような位置関係を有する2枚のミラーを介してスクリーンに投影されるのであるが、この際、液晶パネルブロックからスクリーン21に至るまでの過程において画像は90°回転することになる。

【0059】従って、投射装置502のキャビネット503内においては、液晶パネルブロックは長辺方向(画像としては水平方向)が縦方向となるようにして配置される。これにより、最終的にスクリーン21には画像長辺方向が水平方向となる適正な状態で画像が表示される。また、これに伴って、他の投射装置502を形成する各種光学素子も長辺方向が縦方向となるようにして配置されることになる。

【0060】そこで、本実施の形態としては、上記のように液晶パネルブロック及び他の光学素子の長辺方向が縦方向となるようにして配列されたキャビネット503に対し、この長辺方向に沿って光束の光路を90°変換するようにする。この場合には、結果的に図1に示すようにして光路の変換が行われる。つまり、投射装置502のキャビネット503に対して、上向きとなるようにして光路が変換されることになる。

【0061】ここで、投射装置502として、液晶パネルブロック及び他の光学素子等の構成部品の長辺方向が縦方向となるようにして配置された場合、短辺が横方向となるようにされることから、各構成部品の短辺方向が縦方向となるように配置された場合に比較して、投射装置502のキャビネット503の幅Wを小さくすることが容易となる。また、内部の各構成部位の配置によっては、各構成部位自体を小型化することも可能となる。このようにして、投射装置502のキャビネット503の小型化がより有利になることで、プロジェクション表示装置500の小型化(特に奥行き)の縮小を更に促進することが可能になるものである。

【0062】なお、投射レンズ20内において光路を変換する手段としては、上記曲折ミラーMなどのミラーの構成を採るものの他、例えば、プリズムなどを採用することも考えられる。また、本実施の形態のようにして、投射装置として液晶パネルブロックを利用するような場合、実際に利用する光としては、よく知られているように、S波又はP波の何れか一方の偏光方向のみ利用するようにされる。そこで、投射レンズ20内において光路を変換する曲折ミラーMやプリズムに対して光反射効果を得るためのコーティングを施すことを考えた場合、光

15

合成素子(19, 19A, 19B)から最終的に出射される光束の偏光面に対応して、S波又はP波の何れか一方の偏光方向についてのみ高い反射率を有するようにしてコーティングを行えばよいことになる。逆に言えば、本実施の形態の光路変換手段としては、必ずしもS波及びP波の両者を全反射し得る構成を採らなくてもよいものであり、例えばそれだけコストの低減を図ることも可能となる。

【0063】2-2. 条件式

上記構成による第1～第3の実施の形態としての投射レンズ20においては、次に示す条件式(1)～(11)を満たしている。

【0064】投射距離無限遠時のバックフォーカスをB F、全系の合成焦点距離をF、第1レンズ群100と第2レンズ群200との中心空気面間隔をGD1、第1レンズ群100の合成焦点距離をF1、第2レンズ群200及び第3レンズ群300の合成焦点距離をF23、第2レンズ群200と第3レンズ群300との中心空気面間隔をGD2として、

$$2. \quad 8 < BF / F \cdots (1)$$

$$3. \quad 0 < GD1 / F < 4.50 \cdots (2)$$

$$0.40 < -F1 / F23 < 0.48 \cdots (3)$$

$$0.40 < GD2 / F23 < 0.8 \cdots (4)$$

【0065】第3レンズ群300の合成焦点距離をF3、第3レンズ群300の貼り合わせレンズ301の合成焦点距離をF31、第3レンズ群300の正レンズ304の合成焦点距離をFP32、第3レンズ群300の正レンズ304と非球面レンズ(メニスカスレンズ305)の合成焦点距離をF32、第3レンズ群300の非球面レンズ(メニスカスレンズ305)の合成焦点距離FP33として、

$$1. \quad 0.0 < -F31 / F3 < 2.50 \cdots (5)$$

$$0.9 < FP32 / F3 < 1.40 \cdots (6)$$

$$2. \quad 0.0 < FP33 / F32 \cdots (7)$$

【0066】第3レンズ群300の貼り合わせレンズ301を形成する負レンズ(両凹レンズ302)の屈折率をN3N、第3レンズ群300の貼り合わせレンズ301を形成する正レンズ303の屈折率をN3P、第3レンズ群300の貼り合わせレンズ301を形成する正レンズ303のアップ数をV3P、第3レンズ群300の貼り合わせレンズを形成する負レンズ(両凹レンズ302)のアップ数をV3Nとして、

$$N3N - N3P > 0.15 \cdots (8)$$

$$V3P - V3N > 27 \cdots (9)$$

【0067】続いて、上記各条件式について説明する。例えば、プロジェクション表示装置の投射レンズとしては、図2～図4に示した構成からも分かるように、色合成用のダイクロイックミラーやダイクロイックプリズム等の光学素子を用いる必要があるため、長いバックフォーカスが必要である。ここで、プロジェクション表示装

(9)

16

置の大きさ、つまり筐体サイズを小さくするためには短い投射距離で大画面を得るようにすることが必要なので、投射レンズ20の画角が広くなるように構成することになる。

【0068】このため、本実施の形態では条件式(1)を満足させることで、投射レンズ20の画角を広く取るものとする。ここで、条件式(1)の下限を超えると色合成系の空間が無くなる。

【0069】条件式(2)は、第1レンズ群100～第2レンズ群200間に対して、投射レンズ20内に光路変換手段としての曲折ミラーM(或いはプリズム等)が配置できる空間を規定するもので、下限値を超えるとミラーまたはプリズムの入る空間が無くなり、上限値を超えるとレンズ全長が長くなったり、第1レンズ群の径が大きくなって好ましくない。

【0070】条件式(3)では逆望遠型の構成にするために、第1レンズ群100と第2レンズ群200の合成焦点距離と、第2レンズ群200と第3レンズ群300の合成焦点距離の比を規定している。この条件は、レンズ全系の大きさとバックフォーカス、光学性能を良好に保つためのものとされる。この条件式(3)を満足した場合、投射レンズ全系の大きさとバックフォーカス、光学性能が良好に保たれ、逆に、条件式(3)の上限値を超えると逆望遠型の構成が弱くなるので、バックフォーカスを保つのが困難になり、あえて長くするとレンズ全長が長くなったり第1レンズ群100のレンズ径が大きくなって好ましくない。また、条件式(3)の下限値を超えると第1レンズ群100の屈折力が強くなり、像面湾曲や歪曲収差が発生して補正困難となる。

【0071】また、条件式(4)は、第2レンズ群200と第3レンズ群300の中心空気面間隔を広くとり、第2レンズ群200から射出される近軸光線の高さを保持することでバックフォーカスを長くし、また、軸外主光線を第3レンズ群300の高い位置に射出することで液晶パネル面に入射する軸外主光線のテレセントリック性を保つための条件である。ここで、条件式(4)の上限値を超えると、球面収差をはじめとする諸収差が発生し補正困難となり好ましくない。また、条件式(5)の下限値を越えると、バックフォーカスが所要よりも短くなったり、テレセントリック性が維持できなくなる。

【0072】条件式(5)(6)(7)は第2レンズ群200、第3レンズ群300による軸外の収差補正の良い状態のレンズの配置および焦点距離のバランスを示している。第1レンズ群100においては、各軸外光束はレンズの異なる部分を通過して、それが非球面レンズにより光束毎に少しずつ異なる曲面により光線の屈折の状態が変わる。第2レンズ群200の最も液晶パネルブロック側(短い共役側)のレンズ付近は軸上光線から軸外光束までがほぼ同じレンズ面を通過して第3レンズ群300に射出される。第2レンズ群200のレンズ(正レ

(10)

17

レンズ201)は、第3レンズ群300における貼り合わせレンズ301に光線を導くようにされる。そして、ここで条件式(8)(9)を満足するガラス等の材料をレンズに使用することにより、色収差が補正されるものである。

【0073】条件式(6)は、第3レンズ群300中の正レンズ303の屈折力のバランスを示している。この条件式(6)の上限値を超えると、正レンズ303の屈折力が弱まり、これをカバーするために第1～第3レンズ群中における他の正レンズに負担がかかるため、光学性能が悪化する。また、条件式(6)の下限値を超えると屈折力が強くなり過ぎ、例えば正レンズ303のレンズ厚が大きくなったり、レンズ周辺厚が無くなる傾向となつて、レンズの加工が困難となる。

【0074】条件式(7)は、第3レンズ群300中の非球面レンズ(メニスカスレンズ305)の屈折力のバランスである。条件式(7)の下限値を超えると非球面レンズ(メニスカスレンズ305)の屈折力が強くなり過ぎ、このレンズのレンズ中心と周辺とでカーブの方向が異なるため加工困難となる。

【0075】条件式(5)は、第3レンズ群300中の貼り合わせレンズ301中の正レンズ303の屈折力を示し、条件式(8)(9)を満たすガラスを使用することにより適切な色補正が可能となる。条件式(5)の上限値を超えると、貼り合わせレンズ301中の負レンズ(両凹レンズ302)の屈折力を強くせねばならず、あえて行くと色の分散が強くなる。逆に、条件式(5)の下限値を超えると、貼り合わせレンズ301中の負レンズ(両凹レンズ302)の屈折力を弱めることになり、結果的に、色収差が補正不足となる。

【0076】2-3. 焦点調整

続いて、本実施の形態の投射レンズ20の焦点調整について説明する。例えば、図1に示したような構成を採るプロジェクション表示装置では、投射装置502の投射レンズ20から投射された投射光がスクリーン21上で結像するように焦点調整を行う必要がある。但し、先に従来例としても記述したように、投射レンズ内で光路を変換する構成を採るプロジェクション表示装置の場合、焦点調整の方式として、いわゆる全体繰り出し方式を採用するとスクリーン上の画像中心がずれることが分かっている。

【0077】そこで、本実施の形態では光路が変換された後の光束が得られるレンズ系にて焦点調整を行うようにする。つまり、第1レンズ群100についてのみ、光

18

軸OA(図5参照)に沿って移動させることによって、焦点調整を行うようにするものである。ここでの焦点調整は、言い換えれば、図5に示すように、第1レンズ群100において最も短い共役側にある凹レンズ102の端面と、曲折ミラーMに対して図の上側端部を通る光軸OAに対して垂直な面との間の距離Lfについて、適正な値が得られるように調整する作業といえることができる。

【0078】このようにして、焦点調整を行うことで、全体繰り出し方式を採用した場合にありがちなスクリーン上での画像中心のずれ等の現象を抑えたいうで、良好な合焦状態を得ることができることになる。

【0079】2-4. 数値実施形態等

ここで、第1～第3の実施の形態としての投射レンズ20に与えられる数値実施形態に対応する各レンズ構造を、図6、図7、図8に示す。なお、これらの図において図5と同一部分には同一符号を付している。また、これらの図においては、数値実施形態に対応するレンズ構造のみを示して、第1レンズ群100-第2レンズ群200間に配される曲折ミラーMの図示は省略すると共に、便宜上、各レンズ群を通過するとされる光束の光路もここでは曲折されない状態で示している。ここで、各実施の形態としてのレンズ構造については、図5により説明したためここでは図6、図7、図8の各図についての説明は省略する。

【0080】また、第1～第3の実施の形態、つまり図6、図7、図8にそれぞれ対応する数値実施形態を、図9、図10、図11により示す。これらの図において、mはスクリーン21側(長い共役側)から数えたレンズ面の面番号、riはスクリーン側から数えて第i番目の曲率半径、diは第i番目のレンズ面間隔、niは第i番目の屈折率、viは第i番目のアッベ数を示す。なお、図9、図10、図11の各図におけるレンズ面間隔としては、焦点調整方式として全体繰り出し方式を採る場合と、前述した第1レンズ群100のみを光軸に沿って移動させる方式(各図では「第1群繰り出し」と記している)を採る場合とについて示している。

【0081】また、第1面、第2面、第12面及び第13面の非球面としての面形状は、面の中心を原点とし、光軸方向をZとした直交座標系(X, Y, Z)において、rを中心曲率半径、Kを円錐定数A4, A6, A8, A10を、それぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数とするとき、

【数1】

$$Z = \frac{(h^2/r)}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot (h^2/r^2)}} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} \cdot h^{2i}$$

$$h = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

(11)

19

で示される式により表されるものとする。

【0082】また、図12、図13、図14、図15、図16、図17の各々により、第1～第3の実施の形態の投射レンズ20についての球面収差、非点収差、及び歪曲収差を、焦点調整方式として全体繰り出し方式を採用した場合と、前述した第1レンズ群100のみを光軸に沿って移動させる方式（第1レンズ群繰り出し方式）を採用した場合とで比較して示す。なお、これら各図に示す諸収差図に示す結果を得るのにあたっては、数値実施形態には示していないが、光合成素子19（19A、19B）として、中心面間隔35mm（屈折率 $n=1.5163$ 、アッペ数 $\nu=64.0$ ）の平行平板を入れて計算を行っている。

【0083】なお、上記第1～第3の実施の形態としての投射レンズの実際の構造は、図5及び図6～図8に示したものに限定されるものではなく、これまで説明した条件式が満たされる限り、各レンズ群を形成するレンズ枚数等に変更があっても構わないものである。また、上記実施の形態においては、本発明の投射レンズは、背面投写型のプロジェクション表示装置において、液晶パネルを二次元画像表示素子として利用した投射装置に備えられるものとして説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、一眼レフカメラ用の広角系の写真レンズや、CRTを利用したプロジェクションテレビ用の投射レンズなどにも適用が可能とされる。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、以下の効果を得ることができる。先ず、請求項1に記載の発明により、光路変換手段を備えた投射レンズとして、例えばプロジェクション表示装置に投射レンズを利用したときに必要となるバックフォーカスの長い広角なレンズを形成し、逆望遠型のレンズ構成を得ることができる。つまり、短い投射距離でもって大画面を得ることができるものである。

【0085】また、請求項2に記載の発明により、第3レンズ群中の貼り合わせレンズを形成する正レンズの屈折力のバランス、第3レンズ群中の正レンズの屈折力のバランス、及び第3レンズ群中の非球面レンズの屈折力のバランスを規定することで、良好な諸収差の補正状態が得られると共に、各レンズの加工の容易さも確保するようにされる。

【0086】また、請求項3に記載の発明により、第3レンズ群中の貼り合わせレンズの屈折率として適正な値を得た上で、適切な色補正が可能とされることになる。

【0087】また、請求項4又は請求項5に記載した発明のように、光路変換手段としては、投射レンズ全系の焦点位置に置かれるべき二次元画像表示素子の長辺、或いは短辺に沿って光路を折り曲げるようにして設けるようにすることで、結果的には、本発明の投射レンズを備えたプロジェクション表示装置の筐体サイズの小型化を

20

図ることが可能となる。

【0088】また、請求項6又は請求項7に記載した発明では、光路変換手段を、P波又はS波のみ全反射するミラー或いはプリズムにより構成するのであるが、例えば、当該投射レンズを備えた投射装置の光学系において、P波又はS波の何れか1方向の偏光面を利用しているような場合には、敢えてP波とS波の両方の偏光面に対応して全反射する構成を採用する必要は無い。従って、このような場合には請求項6又は請求項7に記載した発明を適用することで、それだけコストの削減を図ることが可能となる。

【0089】即ち、これまでの各請求項に記載した発明により、広角で投射距離が短く、バックフォーカスが長く、テレセントリック性を有し、特に液晶パネルを用いた投射装置では高コントラストで投射でき、更には、歪曲収差等をはじめとする諸収差が少ないようにされた、内部で光路変換を行う投射レンズが実現されるものである。そして、例えば本発明の投射レンズを、液晶パネルを二次元画像表示素子として利用した投射装置に適用してプロジェクション表示装置を構成した場合には、それだけ奥行きなどが小さくされた薄型のものが得られると共に、良好な画質も期待されることになる。

【0090】また、請求項8に記載の発明によれば、第1レンズ群を光軸方向に沿って移動させていくことで焦点調整を行うようにされる。つまり、光路変換手段により光路が変換された後の光束が通過するレンズ群によりスクリーン上に結像する光束の焦点調整を行うようにすることで、例えば、いわゆる全体繰り出し方式を採用した場合のように、スクリーン上の画像中心がずれる現象を招くことなく、容易に焦点調整作業を行うことができることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の投射レンズを備えたプロジェクション表示装置の全体構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態の投射レンズを備えた投射装置の構成（第1例）を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態の投射レンズを備えた投射装置の構成（第2例）を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態の投射レンズを備えた投射装置の構成（第3例）を示す図である。

【図5】第1～第3の実施の形態に共通となる投射レンズの構造例を示すレンズ断面図である。

【図6】第1の実施の形態としての投射レンズの構造例を示すレンズ断面図である。

【図7】第2の実施の形態としての投射レンズの構造例を示すレンズ断面図である。

【図8】第3の実施の形態としての投射レンズの構造例を示すレンズ断面図である。

【図9】第1の実施の形態としての投射レンズの数値実施形態を示す図である。

(12)

21

【図10】第2の実施の形態としての投射レンズの数値実施形態を示す図である。

【図11】第3の実施の形態としての投射レンズの数値実施形態を示す図である。

【図12】第1の実施の形態として全体繰り出し方式を採る場合の、投射レンズの球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

【図13】第1の実施の形態として第1レンズ群繰り出し方式を採る場合の、投射レンズの球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

【図14】第2の実施の形態として全体繰り出し方式を採る場合の、投射レンズの球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

【図15】第2の実施の形態として第1レンズ群繰り出し方式を採る場合の、投射レンズの球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

【図16】第3の実施の形態として全体繰り出し方式を採る場合の、投射レンズの球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

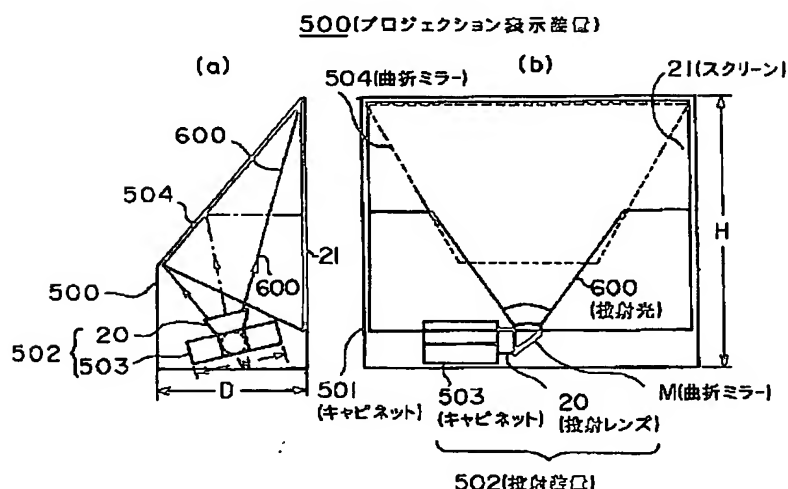
【図17】第3の実施の形態として第1レンズ群繰り出し方式を採る場合の、投射レンズの球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

【符号の説明】

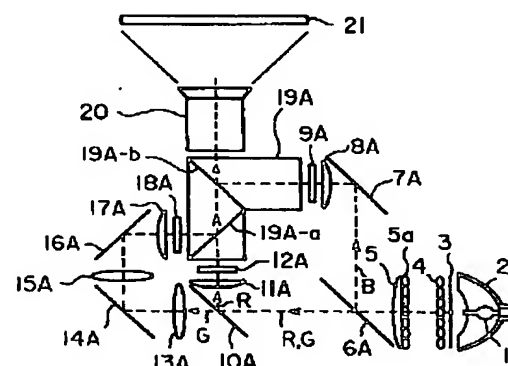
22

1 ランプ、2 リフレクタ、3 IR-UVカットフィルタ、4, 5 マルチレンズアレイ、6, 6A, 6B ダイクロイックミラー、7, 7A, 7B ミラー、8, 8A, 8B コンデンサーレンズ、9, 9A, 9B 液晶パネルブロック、10, 10A, 10B ダイクロイックミラー、11, 11A, 11B コンデンサーレンズ、12, 12A, 12B 液晶パネルブロック、13, 13A, 13B リレーレンズ、14, 14A, 14B ミラー、15, 15A, 15B 反転用リレーレンズ、16, 16A, 16B ミラー、17, 17A, 17B コンデンサーレンズ、18, 18A, 18B 液晶パネルブロック、19, 19A, 19B 光合成素子、19a, 19b, 19A-a, 19A-b, 19B-a, 19B-b 反射膜、20 投射レンズ、21 スクリーン、100 第1レンズ群、101 メニスカスレンズ、102 凹レンズ、200 第2レンズ群、201 正レンズ、300 第3レンズ群、301 貼り合わせレンズ、302 両凹レンズ、303 正レンズ、304 正レンズ、305 メニスカスレンズ、500 プロジェクション表示装置、501 キャビネット、502 投射装置、503 キャビネット、504 曲面ミラー、600 投射光、M 曲面ミラー、

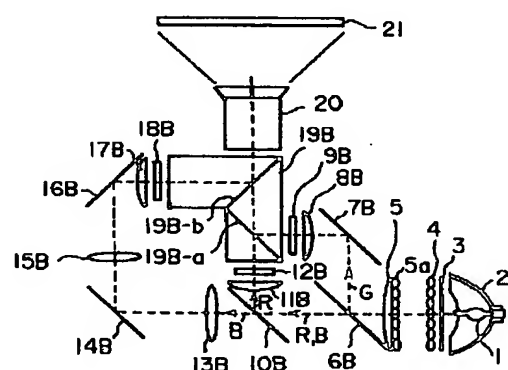
【図1】



【図3】

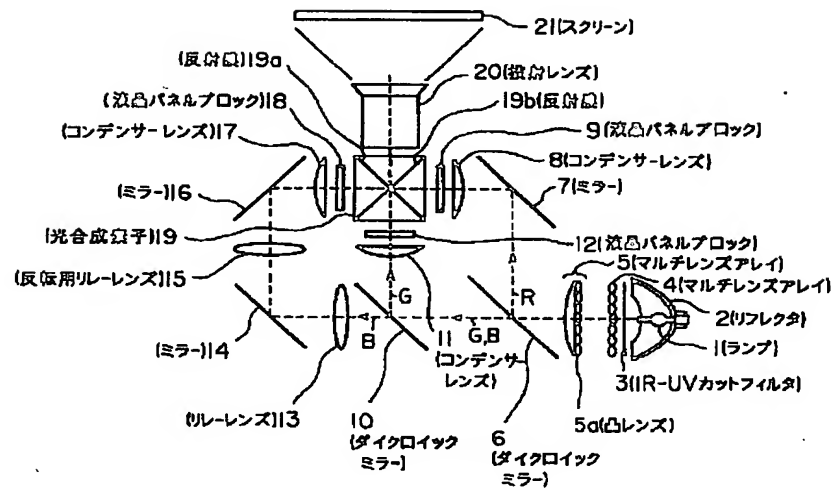


【図4】

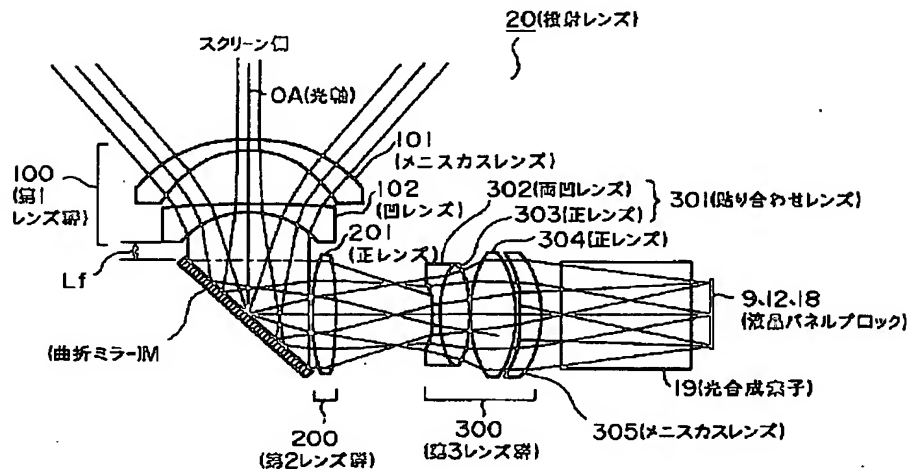


(13)

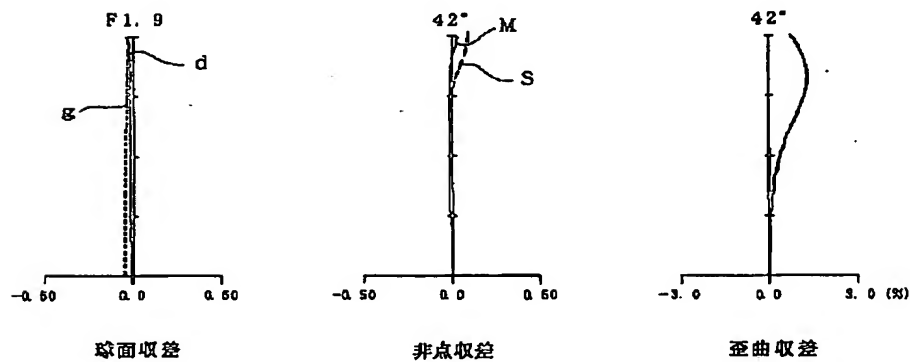
【图2】



【圖 5】



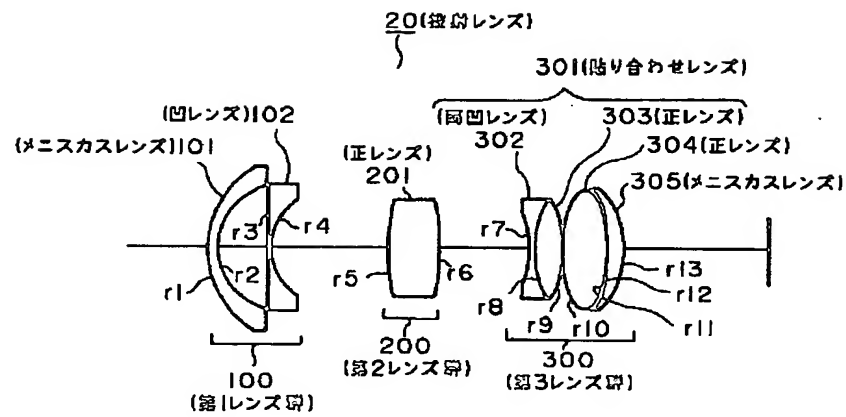
【圖 14】



語収差図（第2の実施の形態：全体繰り出し）

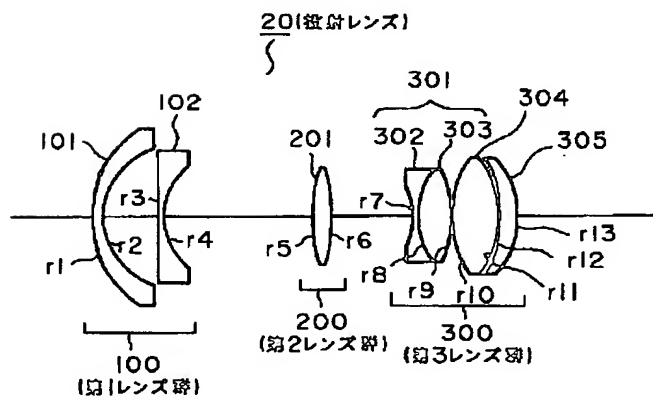
(14)

【図6】



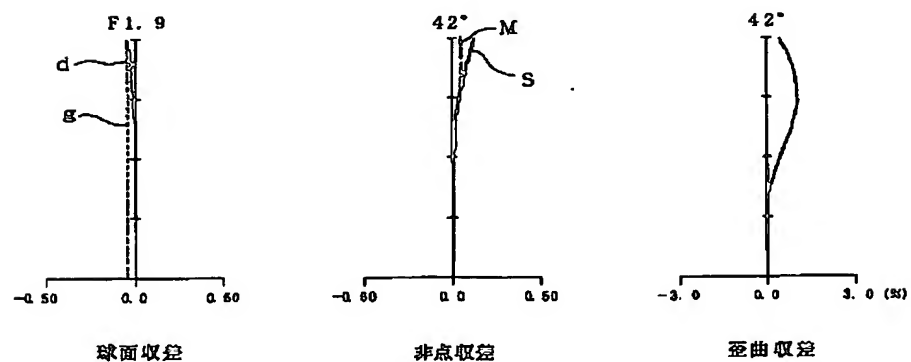
レンズ断面図（第1の実施の形態）

【図7】



レンズ断面図（第2の実施の形態）

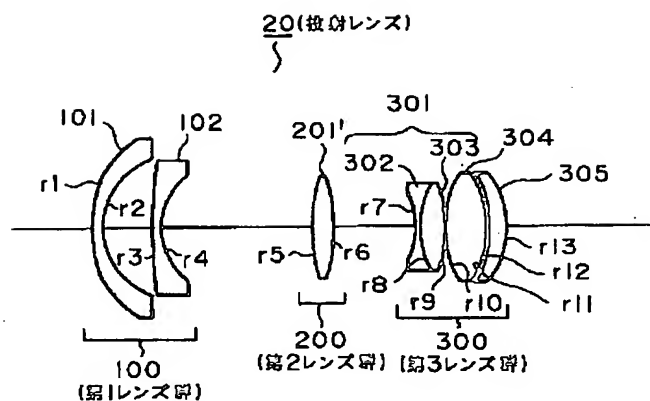
【図12】



諸収差図（第1の実施の形態；全体隠り出し方式）

(15)

【図8】



レンズ断面図(第3の実施の形態)

【図10】

<第2の実施の形態>

1: 1.92/11.60mm

m	Ri	Di	NDi	VDi
1	53.31848	3.0000	1.49150	58.00
2	23.48516	18.9805		
3	328.23019	2.5000	1.74400	44.78
4	25.10796	D _s		
5	65.39447	5.0654	1.80518	25.43
6	-106.00730	26.4345		
7	-29.20332	1.8000	1.80518	25.43
8	29.20332	10.0919	1.60311	60.70
9	-48.49440	0.2000		
10	38.56376	14.7820	1.51633	64.15
11	-38.56376	0.2000		
12	INS	6.9980	1.49150	58.00
13	-42.26900	D _{1s}		

<非球面係数>

第1面

K = 0.48551E+00
 A4 = -0.26766E-06
 A6 = 0.18128E-07
 A8 = -0.20471E-10
 A10 = 0.66771E-14

第2面

K = -0.18969E+00
 A4 = -0.48423E-05
 A6 = 0.14722E-07
 A8 = 0.50788E-10
 A10 = -0.13109E-12

第12面

K = -1.00000E+00
 A4 = -0.21903E-04
 A6 = -0.30473E-07
 A8 = 0.33959E-10
 A10 = 0.40337E-13

第13面

K = -0.64573
 A4 = -0.98181E-05
 A6 = -0.19722E-07
 A8 = 0.45141E-10
 A10 = 0.57793E-14

絞り位置	D _s	D _{1s}
D _s =∞	47.3477	33.6821
D _s =500 (全体絞り出し)	47.3477	33.9352
D _s =500 (第1絞り出し)	48.3179	33.6821

【図9】

<第1の実施の形態>

1: 1.92/11.58mm

m	Ri	Di	NDi	VDi
1	49.35688	2.3553	1.49150	58.00
2	21.61872	15.4201		
3	217.74215	2.0809	1.75000	45.21
4	21.95604	D _s		
5	81.33394	16.6377	1.80518	25.43
6	-84.37256	28.2505		
7	-36.74903	1.5310	1.80518	25.43
8	33.17729	8.8616	1.84618	58.07
9	-54.53064	0.2000		
10	42.57504	14.8743	1.59990	60.92
11	-54.05548	0.2771		
12	529.09991	5.2549	1.49150	58.00
13	-45.18908	D _{1s}		

<非球面係数>

第1面

K = -0.47464
 A4 = 0.14340E-04
 A6 = -0.34338E-08
 A8 = -0.80073E-11
 A10 = 0.65494E-14

第2面

K = -0.23512
 A4 = 0.11459E-04
 A6 = 0.48909E-08
 A8 = 0.29663E-10
 A10 = -0.17293E-12

第12面

K = -1.00000
 A4 = -0.20082E-04
 A6 = -0.34030E-07
 A8 = 0.27472E-10
 A10 = 0.28445E-13

第13面

K = -0.39949
 A4 = -0.95186E-05
 A6 = -0.24828E-07
 A8 = 0.34574E-10
 A10 = -0.17673E-14

絞り位置	D _s	D _{1s}
D _s =∞	37.2311	33.6847
D _s =500 (全体絞り出し)	37.2311	33.9388
D _s =500 (第1絞り出し)	38.0166	33.6847

(16)

【図11】

<図3の実施の形態>

1: 1.92/11.80mm

m	R1	D1	ND1	VD1
1	55.44633	3.0000	1.49150	58.00
2	23.49790	15.8313		
3	247.47359	2.5000	1.74400	44.78
4	23.80605	D ₄		
5	62.97059	6.4239	1.80518	25.43
6	-116.53489	26.2012		
7	-30.53356	1.8000	1.80518	25.43
8	30.53356	7.8027	1.60311	60.70
9	-67.40405	0.2000		
10	35.95753	13.1507	1.51633	64.15
11	-35.95753	0.4214		
12	1NF	6.0000	1.49150	58.00
13	-42.26890	D ₁₁		

<非点収差>

第1面

K = 1.00000
 A4 = -0.65950E-06
 A6 = 0.18292E-07
 A8 = -0.21968E-10
 A10 = 0.87088E-14

第2面

K = -0.24716
 A4 = -0.81541E-05
 A6 = 0.34795E-07
 A8 = -0.87601E-11
 A10 = -0.66001E-13

第12面

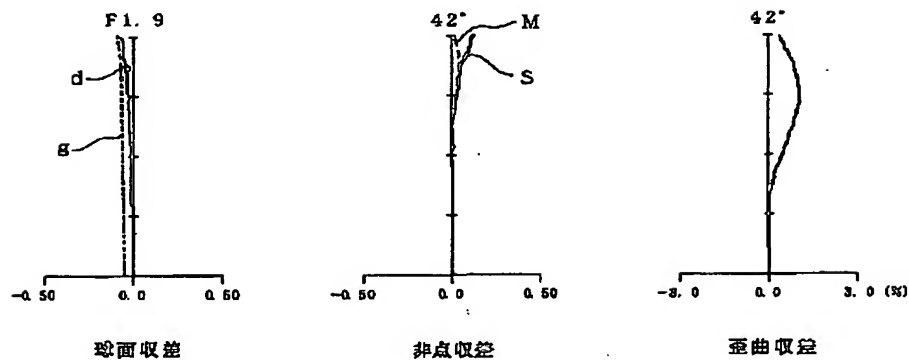
K = -1.00000
 A4 = -0.27608E-04
 A6 = -0.41289E-07
 A8 = 0.30530E-10
 A10 = 0.10802E-12

第13面

K = 0.94464E-01
 A4 = -0.11963E-04
 A6 = -0.26222E-07
 A8 = 0.62621E-10
 A10 = 0.21418E-13

収差項目	D ₄	D ₁₁
D ₀ = ∞	47.3477	33.6820
D ₀ = 500 (全絞り出し)	43.3477	33.9358
D ₀ = 500 (第1絞り出し)	48.2690	33.6820

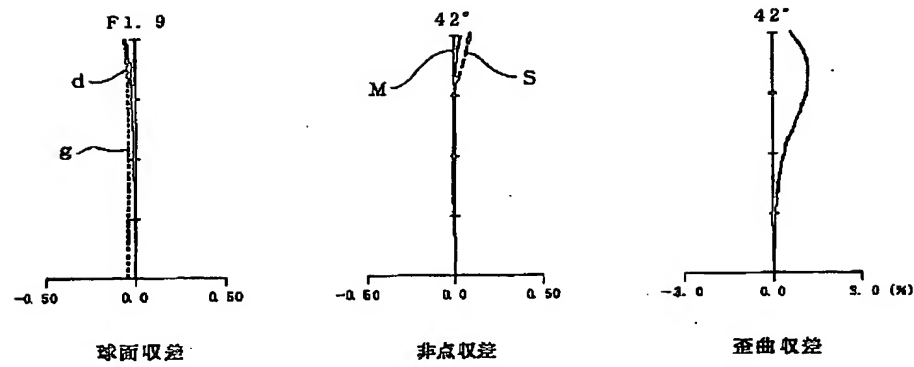
【図13】



図収差図 (第1の実施の形態; 第1レンズ碎絞り出し方式)

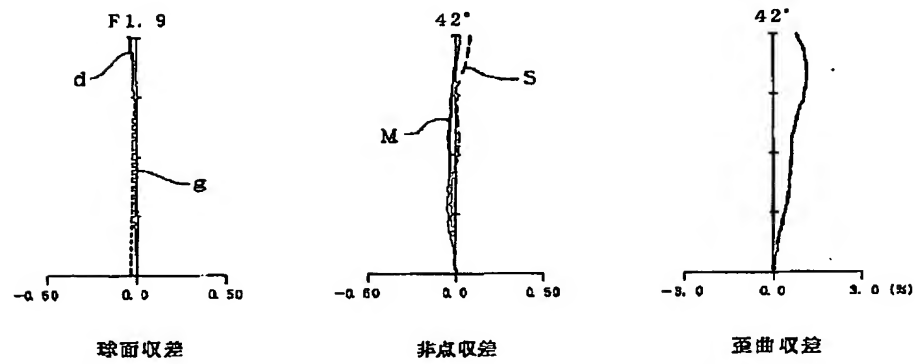
(17)

【図15】



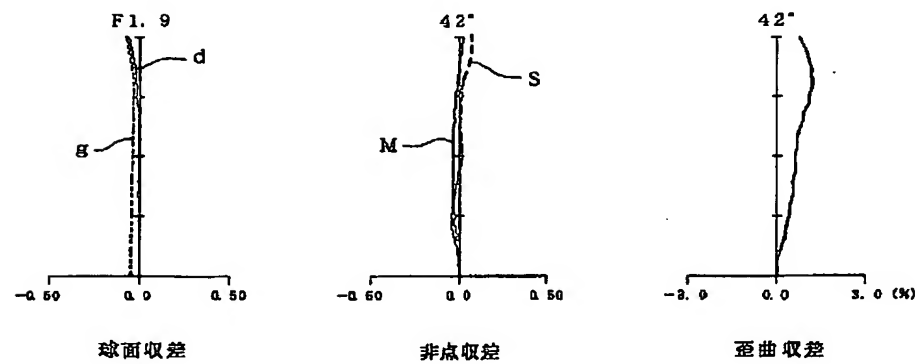
諸収差図（第2の実施の形態；第1レンズ群繰り出し）

【図16】



諸収差図（第3の実施の形態；全体繰り出し）

【図17】



諸収差図（第3の実施の形態；第1レンズ群繰り出し）